






Organic electroluminescent device of electroluminescent unit with lamina

Patent number: CN1438828 (A)
Publication date: 2003-08-27
Inventor(s): LIAO L-S L [US]; DENG C W [US]
Applicant(s): EASTMAN KODAK CO [US]
Classification:
- international: *H01L51/50; H01L27/32; H01L51/52; H05B33/08; H05B33/12; H05B33/26; H01L51/00; H01L51/30; H01L51/50; H01L27/28; H05B33/02; H05B33/12; H05B33/26; H01L51/00; H01L51/05; (IPC1-7): H05B33/14; H05B33/20*
- european: H05B33/08P; H01L51/50E8; H01L51/52D10
Application number: CN20031003898 20030217
Priority number(s): US20020077270 20020215

Also published as:

 EP1339112 (A2)
 US2005029933 (A1)
 US2003170491 (A1)
 TW264240 (B)
 JP2004039617 (A)

Abstract not available for CN 1438828 (A)
Abstract of correspondent: **EP 1339112 (A2)**

A stacked organic electroluminescent device and a method of making such device is disclosed. The device comprises an anode, a cathode, at least two organic electroluminescent units disposed between the anode and the cathode, and a doped organic connector disposed between each adjacent organic electroluminescent unit wherein the organic electroluminescent unit comprises at least one organic hole-transporting layer and one organic electron-transporting layer. The doped organic connector comprises at least one n-type doped organic layer or one p-type doped organic layer, or combinations of layers thereof.



Data supplied from the *esp@cenet* database — Worldwide

Family list

6 application(s) for: CN1438828

- 1 Organic electroluminescent device of electroluminescent unit with lamina**
Inventor: LIAO L-S L [US] ; DENG C W [US] Applicant: EASTMAN KODAK CO [US]
EC: H05B33/08P; H01L51/50E8; (+1) IPC: H01L51/50; H01L27/32; H01L51/52; (+14)
Publication info: CN1438828 (A) — 2003-08-27
- 2 Organic electroluminescent device having stacked electroluminescent units**
Inventor: LIAO LIANG-SHENG L [US] ; TANG CHING WAN [US] Applicant: EASTMAN KODAK CO [US]
EC: H05B33/08P; H01L51/50E8; (+1) IPC: H01L51/50; H01L27/32; H01L51/52; (+13)
Publication info: EP1339112 (A2) — 2003-08-27
EP1339112 (A3) — 2006-09-13
- 3 STACKED ORGANIC ELECTROLUMINESCENT DEVICE**
Inventor: LIAO LIANG-SHENG L ; TANG CHING WAN Applicant: EASTMAN KODAK CO
EC: H05B33/08P; H01L51/50E8; (+1) IPC: H01L51/50; H01L27/32; H01L51/52; (+15)
Publication info: JP2004039617 (A) — 2004-02-05
- 4 Providing an organic electroluminescent device having stacked electroluminescent units**
Inventor: LIAO LIANG-SHENG L [CN] ; TANG CHING WAN [US] Applicant: EASTMAN KODAK CO [US]
EC: H05B33/08P; H01L51/50E8; (+1) IPC: H01L51/50; H05B33/00; H01L27/32; (+15)
Publication info: TW264240 (B) — 2006-10-11
- 5 Providing an organic electroluminescent device having stacked electroluminescent units**
Inventor: LIAO LIANG-SHENG L [US] ; TANG CHING W [US] Applicant: EASTMAN KODAK CO [US]
EC: H05B33/08P; H01L51/50E8; (+1) IPC: H01L51/50; H01L27/32; H01L51/52; (+13)
Publication info: US2003170491 (A1) — 2003-09-11
US6872472 (B2) — 2005-03-29
- 6 Cascaded organic electroluminescent devices with color filters**
Inventor: LIAO LIANG-SHENG [US] ; TANG CHING W [US] Applicant: EASTMAN KODAK COMPAMY [US]
(+2)
EC: H05B33/08P; H01L51/50E8; (+1) IPC: H01L51/50; H01L27/32; H01L51/52; (+13)
Publication info: US2005029933 (A1) — 2005-02-10

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H05B 33/14

H05B 33/20



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03103898.0

[43] 公开日 2003 年 8 月 27 日

[11] 公开号 CN 1438828A

[22] 申请日 2003.2.17 [21] 申请号 03103898.0

[30] 优先权

[32] 2002. 2. 15 [33] US [31] 10/077270

[71] 申请人 伊斯曼柯达公司

地址 美国纽约州

[72] 发明人 L. -S. L. 廖 C. W. 邓

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 王景朝 王其灏

权利要求书 2 页 说明书 35 页 附图 8 页

[54] 发明名称 具有层叠的场致发光单元的有机场致发光器件

[57] 摘要

公开了层叠的有机场致发光器件和制造这类器件的方法。所述器件包括阳极、阴极、配置在所述阳极和所述阴极之间的至少两个有机场致发光单元和配置在每个相邻有机场致发光单元之间的掺杂有机连接器,其中所述有机场致发光单元包括至少一个有机空穴传输层和一个有机电子传输层。所述掺杂有机连接器包括至少一个 n-型掺杂有机层或者一个 p-型掺杂有机层或者这些层的结合。

ISSN 1008-4274

1. 层叠的有机场致发光器件，其包括：
 - (a) 阳极；
 - (b) 阴极；
 - 5 (c) 许多有机场致发光单元，其配置在所述阳极和所述阴极之间；
和
 - (d) 配置在每个相邻有机场致发光单元之间的掺杂有机连接器。
2. 权利要求1的层叠的有机场致发光器件，其中所述有机场致发光单元包含小分子材料。
- 10 3. 权利要求2的层叠的有机场致发光器件，其中所述有机场致发光单元包含空穴传输层和电子传输层。
4. 权利要求1的层叠的有机场致发光器件，其中所述有机场致发光单元包含聚合物材料。
5. 权利要求4的层叠的有机场致发光器件，其中所述有机场致发光
15 单元包含空穴传输层和发光层。
6. 权利要求1的层叠的有机场致发光器件，其中存在至少三个有机场致发光单元和其中所述掺杂有机连接器包含n-型掺杂有机层、p-型掺杂有机层或者这些层的结合。
7. 权利要求1的层叠的有机场致发光器件，其中所述掺杂的有机连
20 接器的厚度为从1到100nm。
8. 用于区域照明的灯，其包括：
 - (a) 透明的基材；和
 - (b) 权利要求1的层叠的有机场致发光器件，其中所述有机场致发光器件提供在所述透明的基材上和发射白光。
- 25 9. 可被观众观察的全色矩阵显示器，其包括：
 - (a) 按照权利要求1的层叠的有机场致发光器件的矩阵阵列，其中通过层叠蓝色和黄色发射有机场致发光单元或者通过层叠绿色和洋红发射有机场致发光单元或者通过层叠红色和青色发射有机场致发光单元，每个器件发射白光；
 - 30 (b) 独立地电激活每个器件的设备；和
 - (c) 红色、绿色和蓝色滤光片的阵列，其与所述器件对准并设置在器件和观众之间。

10. 可被观众观察的全色矩阵显示器，其包括：

(a) 许多的按照权利要求1的层叠的有机场致发光器件，其形成红色、绿色和蓝色发射层叠的有机场致发光器件的矩阵阵列，其中每个器件仅仅发射红色、绿色或者蓝色光；和

5 (b) 独立地电激活每个器件的设备。

具有层叠的场致发光单元的有机场致发光器件

技术领域

5 本发明涉及提供层叠的有机场致发光单元以形成有机场致发光器件。

背景技术

有机场致发光(EL)器件或者有机发光二极管(OLED)是响应外加电势而发光的电子器件。OLED的结构依次包括阳极、EL介质和阴极。配置在阳极和阴极之间的EL介质通常包括有机空穴传输层(HTL)和有机电子传输层(ETL)。在ETL中,在HTL界面附近,空穴和电子复合并发光。Tang等(Applied Physics Letters, 51, 913(1987), Journal of Applied Physics, 65, 3610(1989), 和普通转让的US-A-4,769,292)使用这类层状结构展示了高效率OLED。其后,众多具有各种层状结构、包括聚合物材料的OLED被公开,并且器件性能得到改进。

15 OLED的亮度输出和使用寿命是重要的器件参数,其受许多因素控制。所述因素之一是驱动电流。Van Slyke等(Applied Physics Letters, 69, 2160[1996])指出,通常以烛光每平方米(cd/m^2)为单位的亮度与通过器件的电流密度成正比,而器件的寿命与电流密度成反比。

20 因此,在亮度和使用寿命之间不可避免地存在权衡。因此,实现高亮度和长使用寿命两者是非常有利的,并将使OLED能够用于更加广阔的应用范围。

改进多种色彩或者全色RGB的OLED的亮度和效率的方法由Forrest等公开于US-A-5,703,436。在Forrest的方法中,OLED器件由垂直层叠的许多单独寻址OLED单元制造,每个单元发射不同颜色的光。在OLED单元之间提供电极(内部-电极),作为独立地控制每个单独OLED单元的方法。特别地,该层叠的OLED需要实质上透明的内部-电极层,其由具有导电性的金属或者无机材料制成。其还需要提供电能的总线以控制每个单独的OLED单元。与OLED显示器中的常规RGB子像素的并列式结构相反,Forrest等教导在该发明中的层叠的定位使每个彩色子像素能够覆盖较大面积,并且因此能够以较低的电流密度工作。然而,对于所

述器件，总电流需量没有降低，并且以烛光每安培(cd/A)表示的发光效率实际上没有改进。在US-A-6,274,980中，Burrows等建议，通过层叠许多的OLED单元，所有这些OLED单元发射相同的颜色，可以使用Forrest等的方法提高OLED器件的发光能力。虽然这能够得到较高的亮度，但整个OLED器件结构是复杂的，需要透明的电极以及用于每一层叠的OLED单元的分离电源。

在Forrest等或者Burrows等的层叠的OLED中的金属或者无机内部-电极的使用产生几个问题。首先，其需要复杂的布线以在层叠中编址每个OLED单元。第二，在所述层叠中的OLED单元之间的电极层吸收光，并且如果加工得太厚，引起光损耗，其降低总体光输出效率。所谓的透明电极是已知的，但是仍然吸收显著水平的光并且在有机结构上难以制造。事实上，Burrows等借助于数学模型说明了由内部电极层引起的预期光损耗所引起的发光效率严重降低。第三，如果为了改进光学性质将电极加工得太薄，则薄层电阻过高，使每个单独的OLED元件需要高的驱动电压，并且在器件范围内发光不均匀。

在可选设计中，Jones等(US-A-6,337,492)公开了层叠的OLED结构，其在单独的OLED单元之间具有导体层，而不单独地编址层叠中的每个OLED单元。这些导体层基本上相当于Forrest等的内部电极层，除了它们没有连接到电源。虽然这减少了US-A-5,703,436和US-A-6,274,980复杂的布线问题，但是Jones等公开的器件具有同样的如上所述的光学问题。所述导体层优选为0.1到15nm厚，和据说包括透明的金属合金、金属氧化物及其他众所周知的无机电极材料，他们通常用于OLED器件，所有这些具有有害吸收和光散射作用。Jones等提出所述器件结构可用于产生具有较高的发光效率和较高的操作稳定性的OLED器件，但是没有提供工作实施例。Jones等也没有建议如何产生有用的器件，而不使用导体层。

发明内容

本发明的目的是提供具有高亮度的OLED。

本发明的另一目的是提供具有高发光效率的OLED。

30 本发明的另一目的是提供具有延长的寿命的OLED。

本发明的另一目的是提供容易进行彩色调整的OLED。

本发明的另一目的是提供具有降低的驱动电压的层叠的OLED。

本发明的另一目的是提供具有降低的光学吸收的层叠的OLED。

本发明的另一目的是提供具有简化的制造方法的层叠的OLED。

本发明的另一目的是促进层叠的OLED器件作为灯的用途。

5 本发明的另一目的是提供具有高发光效率和寿命的全色OLED显示器件。

十分出人意料地,已经确定,借助于掺杂有机材料以改变其电气性质,层叠的有机场致发光单元可以有效地连接以提供显著改进的场致发光器件。

10 这些目的在层叠的有机场致发光器件中得到实现,该层叠的有机场致发光器件包括:

(a) 阳极;

(b) 阴极;

(c) 配置在所述阳极和所述阴极之间的许多的有机场致发光单元;

和

15 (d) 在每个相邻有机场致发光单元之间配置的掺杂的有机连接器。

另一方面,本发明目的通过制造层叠的有机场致发光器件的方法实现,该层叠的有机场致发光器件具有至少两个有机场致发光单元,所述方法包括以下步骤:

20 (a) 提供连接到阳极的第一有机场致发光单元和连接到阴极的第二有机场致发光单元; 和

(b) 提供掺杂的有机连接器,以连接至少所述第一和第二有机场致发光单元,这类掺杂的有机连接器配置在每个相邻有机场致发光单元之间,借此所述层叠的有机场致发光器件包括仅仅单一的阳极和阴极。

25 本发明的优点是使层叠的OLED能够起作用而不需要内部电极,由此降低光损耗。

本发明的另一个优点是所述层叠的OLED器件,与常规非层叠的OLED器件相比,提供显著改善的按cd/A计量的发光效率。

30 本发明的另一个优点是,如果在与常规OLED相同电流下工作,所述层叠的OLED具有提高的亮度。

本发明的另一个优点是,如果在与常规OLED相同亮度下工作,所述层叠的OLED具有提高的寿命。

本发明的另一个优点是，与层叠的OLED的先有技术相比，所述层叠的OLED具有降低的驱动电压和提高的光学输出。

本发明的另一个优点是所述层叠的OLED可以使用具有仅仅两个将所述器件连接到外部回路的电总线导电体的单一电压源工作。因此，
5 其器件结构比现有技术中报导的那些明显地较不复杂，并且因此能更为容易和更廉价地制造。

本发明的另一个优点是所述层叠的OLED可以具有新的调节器件发射颜色的方法，该方法通过混合具有不同的颜色发射的适当的有机场致发光单元来进行。

10 本发明的另一个优点是可以产生高效率白色场致发光。

本发明的另一个优点是所述层叠的OLED器件可以有效地用于灯。

为了更充分地理解本发明中具有有机EL单元和掺杂的有机连接器的层叠的OLED的结构和性能，参考图1描述了现有技术层叠的OLED。

在图1中，现有技术层叠的OLED 100具有几个OLED单元。为了简化
15 解释，我们给出三个层叠作为例子。OLED单元1、2和3具有他们自己的阳极(11、21和31)、阴极(13、23和33)和有机EL介质(12、22和32)。在层叠的OLED 100中每个OLED单元的阳极优选是透明的和由铟锡氧化物(ITO)形成。层叠的OLED 100中的每个OLED单元的阴极优选是透明的和由金属或者金刚石状碳形成。在所述层叠的OLED 100中每个OLED
20 单元的有机EL介质优选包括HTL、至少一个发光层(LEL)和ETL。如在面前提及的，因为层叠的OLED 100中的每个OLED单元具有其自己的电极，光学吸收问题可能是显著的。

图2显示本发明的层叠的OLED 200。该层叠的OLED具有阳极210和阴极240，其中至少一个是透明的。在所述阳极和所述阴极之间配置的是N个有机EL单元220，其中N大于1。这些有机EL单元，相互顺序地层
25 叠并层叠到所述阳极和所述阴极，指示为220.1到220.N，其中220.1是第一EL单元(靠近所述阳极)和220.N是第N个单元(靠近所述阴极)。在N大于2时，存在不靠近所述阳极或者阴极的有机EL单元，并且这些可以称为中间有机EL单元。在任何两个相邻有机EL单元之间配置的是掺杂的有机连接器230。存在总共N-1个与N个有机EL单元相联系的掺杂的有机连接器，并且它们被指示为230.1到230.(N-1)。有机连接器
30 230.1是在有机EL单元220.1和220.2之间的掺杂的有机连接器，和

230. (N-1)是在有机EL单元220. (N-1)和220. N之间配置的掺杂的有机连接器。所述层叠的OLED 200通过导电体260连接到电压/电流源250。

层叠的OLED 200通过在一对接触电极、阳极210和阴极240之间借助于电压/电流源250施加电势,使得阳极210相对于阴极240处于更正电势来工作。该外部施加电势在N个有机EL单元中间、与每个这些单元的电阻成比例地分配。通过所述层叠的OLED的电势使空穴(带正电的载体)从阳极210注入第一有机EL单元220. 1,和电子(带负电的载体)从阴极210注入第N个有机EL单元220. N。同时,电子和空穴在每一掺杂的有机连接器(230. 1-230. (N-1))中产生并与其分离。例如在掺杂的有机连接器230. (x-1) ($1 < x \leq N$)中产生的电子被注向所述阳极并进入相邻的有机EL单元220. (x-1)。同样地,在掺杂的有机连接器230. (x-1)中产生的空穴被注向所述阴极并进入相邻的有机EL单元220. x。随后,这些电子和空穴在其相应的有机EL单元中复合而发出光,其通过OLED的透明电极观察。

层叠的OLED中的有机EL单元的数量原则上等于或者大于2。优选,层叠的OLED中的有机EL单元的数量使得以cd/A为单位的发光效率得到改善或者最佳化。

器件结构

有机场致发光(EL)单元

层叠的OLED 200中的每个有机EL单元220能够支持空穴和电子传递和电子-空穴复合以产生光。每个有机EL单元220可以包括单层或者许多层。有机EL单元220可以由小分子OLED材料或者聚合物LED材料形成,两者在本领域中是已知的,或者其结合。在本领域中存在许多可以用作本发明有机EL单元的有机EL多层结构和材料。所述层叠的OLED器件中的每个有机EL单元可以相同或者不同于其他单元。某些有机EL单元可以是聚合物LED,和其他单元可以是小分子OLED。可以选择每个有机EL单元,以便优化性能或者获得需要的特征,例如通过OLED层叠的光透射率、驱动电压、发光效率、发光颜色、可制造性、器件稳定性等等。

图3举例说明非限制性的、本发明有用的实施方案,层叠的OLED 300。在图3中,存在N个有机EL单元320,每个包括HTL 323和ETL 327。该基本单元的层状结构方便地表示为HTL/ETL。掺杂的有机连接器230

也提供在有机EL单元之间，并且起上面描述的作用。在器件300中，掺杂的有机连接器促进空穴注入一个有机EL单元的HTL和电子注入相邻有机EL单元的ETL。在每个有机EL单元内，空穴和电子载体的输送分别由HTL和ETL支持。空穴和电子载体在每个有机EL单元内在HTL/ETL界面近处或附近复合，使产生光(场致发光)。在每个有机EL单元中的HTL指示为323.1到323.N，其中在该实施方案中，323.1是靠近阳极的有机EL单元320.1中的HTL，和323.N是靠近所述阴极的有机EL单元320.N中的HTL。类似地，在每个有机EL单元中的ETL指示为327.1到327.N。在每个有机EL单元中的HTL可以相同或者在使用的材料、层厚度、沉积方法等等方面不同。所述器件中的HTL的性能可以单独地优化，以获得需要的性能或者特点，例如通过OLED层叠的光透射率、驱动电压、发光效率、发光颜色、可制造性、器件稳定性等等。对于ETL同样如此。尽管不是必要的，优选的是空穴注入层(HIL) 321.1在阳极210和第一HTL，323.N之间提供。同样优选的是，但不是必要的，在所述阴极和最后的ETL，327.N之间提供电子注入层(EIL) 329.N。HIL和EIL两者均改进从所述电极的电荷注入。虽然未示于图3，有机EL单元可以任选地在HTL和掺杂的有机连接器之间包括HIL。类似地，有机EL单元可以任选地在ETL和掺杂的有机连接器之间包括EIL。

图4举例说明本发明另一有用的实施方案，层叠的OLED 400，其中有机EL单元420包括发光层(LEL) 325，其配置在HTL和ETL之间。该单元结构方便地指示为HTL/LEL/ETL。在该实施方案中，空穴和电子载体的复合和场致发光主要地发生在LEL中。每个有机EL单元中的LEL指示为325.1到325.N，其中在该实施方案中，325.1是靠近所述阳极的有机EL单元420.1中的LEL，和325.N是靠近所述阴极的有机EL单元420.N中的LEL。所述器件中的LEL的性能可以单独地优化，以获得需要的性能或者特点，例如通过OLED层叠的光透射率、驱动电压、发光效率、发光颜色、可制造性、器件稳定性等等。以上关于HTL、ETL、HIL和EIL的描述也适用于图4。

为了最小化层叠的OLED的驱动电压，希望使每个有机EL单元尽可能薄而不损害场致发光效率。优选的是每个有机EL单元小于500nm厚和更优选为2-200nm厚。同样优选的是在有机EL单元内每个层厚为200nm或者更小。

掺杂的有机连接器

在相邻有机EL单元之间提供的掺杂有机连接器是关键的,因为需要该连接以向相邻有机EL单元提供有效的电子和空穴注入。本发明的每个掺杂有机连接器包括至少一个n-型掺杂有机层,或者至少一个p-型掺杂有机层或者这些层的结合。优选,所述掺杂有机连接器包括n-型掺杂有机层和p-型掺杂有机层两者,他们互相靠近配置以形成p-n异质结。同样优选的是所述n-型掺杂有机层对面阳极侧配置和所述p-型掺杂有机层对面阴极侧配置。该构造的非限制性例子示于图5,其中存在两个层叠的有机EL单元,320.1和320.2。ETL、HTL、HIL和EIL的定义如前面的定义。在层叠的OLED500中,n-型掺杂有机层237提供在ETL 327.1和p-型掺杂有机层233之间。p-型掺杂有机层233提供在n-型掺杂有机层237和HTL 323.2之间。使用n-型掺杂有机层、或者p-型掺杂有机层或者两者(所述p-n结)的选择部分地取决于包括所述有机EL单元的有机材料。每个连接器可以被优化以使特定的一套有机EL单元具有最好的性能。这包括选择材料、层厚度、沉积条件等等。

n-型掺杂有机层指在掺杂之后所述有机层具有半导体性能和通过该层的电流基本上由电子负载。p-型掺杂有机层指在掺杂之后所述有机层具有半导体性能和通过该层的电流基本上由空穴负载。p-n异质结指在p-型层和n-型层相互接触时形成的界面区域(或者接合处)。

每个掺杂有机连接器中的n-型掺杂有机层包括基质有机材料和至少一种n-型掺杂剂。n-型掺杂有机层中的基质材料可以包括小分子材料或者聚合物材料或者其结合,并且优选的是其可以支持电子传递。每一掺杂有机连接器中的p-型掺杂有机层包括基质有机材料和至少一种p-型掺杂剂。基质材料可以包括小分子材料或者聚合物材料或者其结合,并且优选的是其可以支持空穴输送。在有些情况下,对于n-型和p-型掺杂有机层两者可以使用相同基质材料,条件是其具有以上所述空穴和电子传递性能两者。n-型掺杂浓度或者p-型掺杂浓度优选在0.01-10vol%范围内。每个掺杂有机连接器的总厚度通常小于100nm和优选在约1到100nm范围内。

用于常规OLED器件的有机电子输送材料对于n-型掺杂有机层是有用的基质材料类别。优选的材料是金属螯合的oxinoid化合物,包括喔星本身(通常也称为8-羟基喹啉)的螯合物,例如三(8-羟基喹啉)铝。

其他材料包括各种丁二烯衍生物, 如由Tang (US-A-4, 356, 429) 公开的, 各种杂环的光学增亮剂, 如由Van Slyke和Tang等 (US-A-4, 539, 507) 公开的, 三嗪、8-羟基喹啉衍生物和吡啶衍生物。Silole衍生物, 例如 2,5-双(2',2''-bipyridin-6-基)-1,1-二甲基-3,4-二苯
5 silacyclopentadiene, 如由Murata等报导的 [Applied Physics Letters, 80, 189 (2002)], 也是有用的基质材料。

用作掺杂的有机连接器的n-型掺杂有机层中的n-型掺杂剂的材料包括金属或者金属化合物, 其具有小于4.0eV的功函。尤其有用的掺杂剂包括碱金属、碱金属化合物、碱土金属和碱金属化合物。术语“金属化合物”包括有机金属配合物、金属有机盐 and 无机盐、氧化物和卤
10 化物。在含金属的n-型掺杂剂类别之中, Li、Na、K、Rb、Cs、Mg、Ca、Sr、Ba、La、Ce、Sm、Eu、Tb、Dy或者Yb和其化合物是尤其有用的。用作掺杂的有机连接器的n-型掺杂有机层中的n-型掺杂剂的材料还包括有机还原剂, 其具有强电子-给出性能。“强电子-给出”指所述有
15 机掺杂剂能够给出至少某些电荷到所述基质, 以与基质形成电荷-转移配合物。有机分子的非限制性例子包括双(亚乙基二硫代)-四硫富瓦烯 (BEDT-TTF)、四硫富瓦烯 (TTF) 和其衍生物。在聚合物基质情况下, 掺杂剂可以是任何上述材料或者也可以是作为少量组分与基质在分子水平分散或者共聚合的材料。

20 用于常规OLED器件的空穴输送材料对于p-型掺杂有机层是有用的基质材料类别。优选的材料包括芳香族叔胺, 其具有至少一个三价的氮原子, 其仅仅结合到碳原子, 该碳原子的至少一个是芳族环的成员。在一种形式中, 芳香族叔胺可以是芳基胺, 例如单芳基胺、二芳基胺、三芳基胺或者聚合物芳基胺。其他适合的三芳基胺, 其被一个或多个
25 乙烯基取代和/或包含至少一个包含活性氢的基团, 由Brantley等公开 (US-A-3, 567, 450和US-A-3, 658, 520)。芳香族叔胺的更优选类别是包含至少两个芳香族叔胺部分的那些, 如Van Slyke和Tang等描述的 (US-A-4, 720, 432和US-A-5, 061, 569)。非限制性例子包括如N,N'-二(萘-1-基)-N,N'-二苯基-联苯胺 (NPB) 和N,N'-二苯基-N,N'-双(3-甲
30 基苯基)-1,1-二苯基-4,4'-二胺 (TPD) 和N,N,N',N'-四萘基-联苯胺 (TNB)。

在所述掺杂的有机连接器的p-型掺杂有机层中用作p-型掺杂剂的

材料是具有强吸电子性能的氧化剂。“强吸电子性能”指所述有机掺杂剂能够从所述基质接受某些电荷以与所述基质形成电荷-转移配合物。某些非限制性例子包括有机化合物，例如2,3,5,6-四氟-7,7,8,8-四氰基喹啉并二甲烷(F₄-TCNQ)及其他TCNQ衍生物，和无机氧化剂，例如碘、FeCl₃、SbCl₅和其它的金属氯化物。在聚合物基质情况下，掺杂剂可以是任何上述材料或者也可以是作为少量组分与基质在分子水平分散或者共聚合的材料。

可以用作用于n-型或者p-型掺杂有机层的基质的材料例子包括，但是不局限于：各种蒽衍生物，如在以下通式F中和US-A-5,972,247中描述的；某些咔唑衍生物，例如4,4-双(9-二咔唑基)-联苯(CBP)；和二苯乙烯基亚芳基衍生物例如4,4'-双(2,2'-二苯基乙烯基)-1,1-联苯和如US-A-5,121,029描述的。

用于制造本发明的掺杂有机连接器的材料对于发射光是基本上透明的。

15 本发明的应用

本发明可以用于大多数的OLED设备配置中。这些包括非常简单的、包括单一阳极和阴极的结构，直至更复杂的器件，例如被动和主动矩阵显示器。被动的矩阵显示器由阳极和阴极的正交阵列组成，在其交叉点形成像素，其中每一个像素起OLED器件的作用，可以与其他像素无关地用电激活。在主动式矩阵显示器中，OLED器件的阵列(像素)与薄膜晶体管(TFT)接触形成，使得每一个像素由这些TFT独立地激活和控制。应当理解任何器件必须具有产生必要的电压以使层叠的OLED工作的设备。

本发明可以有利地用于以下应用，例如通常区域光照、区域彩色显示器、全色显示器(例如在单元电话、PDA、计算机屏幕、电视等等中)、heads-up显示器、微型显示器和任何需要提高的亮度或者寿命的器件。以下论述几个非限制性例子。

白色发射器件

通过使用RGB层叠，本发明能够以与现有技术OLED器件相比大大提高的效率和使用寿命产生白光。对于该提高的产生白光的一个应用，层叠的OLED一般说来是目的或者其中来源于大的表面积的高度发光的区域照明是希望的。图7举例说明全部白光发射结构的例子，其可以用

作区域照明器件或者灯350。在图7中,阳极210在透明的基材201上形成。交流电源253被连接到DC/脉冲变换器252,其通过电导体260提供电流到灯的阴极240和阳极210。在该例子中,有机EL单元220.1发射蓝光、有机EL单元220.2发射绿光和有机EL单元220.3发射红光。选择从每个有机EL单元发光的强度和准确的色彩,以便它们结合产生白光或者接近白光。掺杂的有机连接器230.1和230.2如前面的定义。存在许多其他的有机EL单元的结合可用于产生看起来是白色的光。例如,发射蓝色和黄色光或者发射红和青色光或者发射绿色和洋红光的双层结构可用于产生白光。在所有情况下这些单元可以结合许多次。例如,可以在单一器件中使用几个RGB层叠。

另一应用是全色显示器,其中白光通过每一个像素产生和使用RGB滤光器滤光。即,在显示器和观众之间提供RGB滤光片。这简化了制造,因为在OLED器件制造之后施加RGB滤光片通常比图案化RGB发射像素更容易。虽然有制造优点,该RGB滤光片方法的效率损失很大,因为滤光片耗损大量产生的光。本发明高效率RGB层叠可以制造滤光RGB显示器,其相对于常规的现有技术图案化发射RGB的OLED就效率而言没有缺点,并且保持制造优点。

图8和9举例说明发射白光的层叠的OLED器件矩阵阵列的非限制性例子,其可用于制造全色矩阵显示器。图8是剖面简图,显示可以用于独立地激活每个层叠的OLED器件(即每一个像素)的电路的例子。该矩阵阵列通常称为主动矩阵阵列。所述主动矩阵阵列由以下组成: X轴方向信号线X1, X2, X3, ..., Xn, Y轴方向信号线Y1, Y2, Y3, ..., Ym, 电源(Vdd)线Vdd1, Vdd2, Vdd3, Vddn, 用于切换的薄膜晶体管(TFT)TS11, TS21, TS31, ..., TS12, TS22, TS23, ..., TS31, TS32, TS33, ..., TSnm, 用于电流控制的薄膜晶体管(TFT)TC11, TC21, TC31, ..., TC12, TC22, TC23, TC31, TC32, TC33, ..., TCnm, 层叠的OLED器件EL11, EL21, EL31..... EL12, EL22, EL23..... EL31, EL32, EL33..... ELm, 电容器C11, C21, C31, ..., C12, C22, C23....., C31, C32, C33, ..., Cnm, X轴方向驱动电路207, Y轴方向驱动电路208, 等等。因此,借助于一个X轴方向信号线X1到Xn和一个Y轴方向信号线Y1到Ym仅仅选择一个像素,和用于切换TS的薄膜晶体管在该像素处于“开”状态,并且由于这一点,用于电流控制的薄膜晶体管TC处

于“开”状态。因此，来自于供电线路Vdd的电流流入有机EL像素，其导致发光。

图9是横截面的示意图，其举例说明全色矩阵显示器600的三个像素。显示器600使用来自层叠的有机场致发光器件(ELnm)的阵列的白光发射和与该器件对准的滤色器阵列。滤色片设置在该器件和观众之间。在透明的载体601(通常为玻璃或者石英)上提供了透明的有机绝缘体层602和603，以及布线、电容器和晶体管，他们对于驱动单独的层叠的OLED器件或者阵列中的像素是必需的。因为清楚，每一个像素中的电线、电容器和晶体管用区块ELEC11、ELEC12和ELEC13指示，分别用于驱动EL11、EL12和EL13。在有机绝缘体层602上提供光学透明的阳极垫(pad)的阵列，其用导电线路606连接到ELEC11、ELEC12和ELEC13，该导电线路可以是光学透明的或者可以不是光学透明的。有机绝缘体603提供在有机绝缘体602和阳极垫610上，并且被图案化以露出阳极垫。在阳极垫和有机绝缘体603上提供发白光有机层605，其包括两个或更多有机EL单元和掺杂有机连接器的层叠，如本发明中叙述的，其是产生白光发射所必需的。例如，红色、绿色和蓝色发射单元的层叠或者蓝色和黄色发射单元的层叠全部可以是有效的。这些有机EL单元可以沉积在整个显示器件上。之后沉积阴极640，其对于每个层叠的OLED器件是共同的。在激活时，白光通过透明的阳极610、透明的有机绝缘体602发射，并通过透明的基材601。每个层叠的OLED器件(像素)的发射面积由与阳极的接触面积限定。在透明的基材表面上，相对白光发射有机场致发光器件的矩阵阵列，提供红色(651)、绿色(652)和蓝色(653)滤光片的阵列，其与每一个像素对准定位。因此，在图9中，由EL11产生的白光看来是红色的，由EL12产生的白光看来是绿色的和由EL13产生的白光看来是蓝色的。在玻璃基板上沉积滤色阵列的材料和方法是本领域众所周知的。

颜色-转化显示器

本发明的另一种应用是在器件或者显示器中的应用，其利用蓝色发射像素和然后使用颜色转化介质滤光片以产生红色和绿色光，如此产生全色显示。令人遗憾地，蓝色发射OLED一直是最不有效的并且具有最短的寿命。本发明(例如蓝色发射有机EL单元的层叠)效率和寿命的改进在这些器件中具有很好的优点。

这类显示器的非限制性例子示于图10，并且由在前面图8中描述的相同的主动矩阵线路驱动。全色矩阵显示器660具有许多如前面在图9中对于显示器600描述的相同的部件，但是使用蓝色发射层叠的有机场致发光器件的阵列和彩色校正滤光片的阵列，该彩色校正滤光片的阵列与该蓝色发射器件对准。彩色校正滤光片设置在该器件和观众之间。在矩阵显示器660中，蓝光发射有机层665包括两个或更多蓝色发射有机EL单元的层叠。在透明的基材表面上，相对蓝光发射有机场致发光器件的矩阵系列，提供蓝色到红色彩色校正滤光片(661)和蓝色到绿色彩色校正滤光片(662)的阵列，其与每一个像素对准定位。这些滤光片吸收蓝光和发红色或者绿色荧光。在蓝色发射区域663中不需要滤光片，尽管其可以包括透明材料或者蓝色修饰滤色片以调节色彩。因此，在图10中，由EL11产生的蓝光看来是红色的，由EL12产生的蓝光看来是绿色的和由EL13产生的蓝光看来是蓝色的。在玻璃基板上沉积彩色校正滤光片阵列的材料和方法是本领域众所周知的。

15 三重发射器

三重发射器掺杂剂例如Ir(ppy)₃已经显示在低亮度工作时具有高效率。令人遗憾地，在较高的亮度工作时，效率以及器件寿命迅速地下降。本发明(例如，具有三重发射器的有机EL单元的层叠)能够通过在小电流密度下工作以获得高亮度而具有三重发射器的高效率的全部优点，而不牺牲稳定性。

区域彩色显示器

对于区域彩色显示器，其中精细地图案化像素是不需要的，用常规OLED获得准确的色彩(例如对于公司标志)可能是困难的。通常，不存在能够发射正确的色彩的稳定和有效的荧光染料。可选择地，可以设法在单层中混合红色、绿色或者蓝色发光材料以得到正确的色彩，但是这是非常困难的，因为所述材料具有显著的相互作用。例如，红色发射掺杂剂通常将猝灭蓝色发射掺杂剂。除本发明的效率优点外，可以选择用于每个层叠的有机EL单元以容易地得到任何需要的色调。在有机EL单元之间的相互作用在这方面是极小的。

30 全色像素化显示器

通过生产全红色、全绿色和全蓝色有机EL单元的单独的OLED层叠作为RGB像素，本发明可用于全色矩阵显示器。即，层叠中的每个有机

EL单元被设计成能基本上发射相同颜色。大大提高的发光效率可用于许多方面。例如，可以大大提高全色显示器的亮度而不牺牲器件相对于常规OLED器件的稳定性。

该显示器构造的非限制性例子示于图11，并且由在前面图8中描述的相同的主动矩阵线路驱动。全色矩阵显示器680具有许多前面在图9中对于显示器600描述的相同的部件。在矩阵显示器680中不需要滤光片阵列。提供红色(681)、绿色(682)和蓝色(683)发射有机层的矩阵阵列，每个分别包括红色、绿色或者蓝色的两个或更多有机EL单元的层叠。这些有机层在器件上以与阳极垫对准的方式被图案化。因此，在图11中，EL11看来是红色的、EL12看来是绿色的和EL13看来是蓝色的。

其他器件特点

基材

层叠的OLED器件通常提供在载体基材上，其中所述层叠的OLED的阴极或者阳极可以与所述基材接触。与所述基材接触的电极方便地称为底部电极。通常，底部电极是阳极，但是本发明不局限于该构造。基材可以是透光的或者不透光的，取决于预定的发光方向。对于通过所述基材观察EL发射，透光性能是所希望的。透明玻璃或者塑料被通常用于这类情况。对于其中EL发射通过上部电极观察的应用，底部载体的透射特征是不重要的，因此可以是透光的、吸收光线的或者反射光的。用于这一情况的基材包括，但是不局限于，玻璃、塑料、半导体材料、硅、陶瓷和电路板材料。当然，在这些设备构造中必须提供透光的上部电极。

阳极

在EL发射通过阳极210观察时，阳极对于所关心的发射应该是透明的或者基本上透明的。用于本发明的通常的透明阳极材料是铟-锡氧化物(ITO)和氧化锡，但是其他金属氧化物也可以使用，包括但不限于铝-或者铟-掺杂的氧化锌(IZO)、镁-铟氧化物和镍-钨氧化物。除这些氧化物外，金属氮化物例如氮化镓和金属硒化物例如硒化锌和金属硫化物例如硫化锌可以用作阳极210。对于其中EL发射仅仅通过阴极观察的应用，阳极的透射特性是不重要的，并且可以使用任何导电材料，可以是透明的、不透明的或者反射性的。用于这一应用的导体例子包括，但是不局限于，金、银、铜、钯和铂。一般的阳极材料，透射或者不

透射, 具有的功函为4.1eV或者更大。希望的阳极材料通常通过任何合适的方法沉积, 例如蒸发、溅射、化学蒸汽淀积或者电化学手段。阳极可以使用众所周知的光刻工艺图案化。

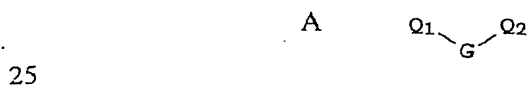
空穴注入层(HIL)

- 5 虽然不一定总是必要的, 通常有用的是空穴注入层321提供在阳极210和空穴传输层323之间。空穴注入材料可以用来改进后续有机层的薄膜形成性能和促进空穴进入空穴传输层的注射。用于空穴注入层的适合的材料包括, 但是不局限于, porphyrinic化合物, 如US-A-4, 720, 432所描述的, 和等离子体沉积碳氟聚合物, 如US-A-6, 208, 075
10 所描述的。据报道可用于有机EL设备的选择性的空穴注入材料描述于EP 0 891 121A1和EP 1 029 909A1。

空穴传输层(HTL)

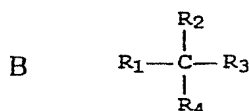
- 有机EL设备的空穴传输层323包含至少一种空穴输送化合物例如芳香族叔胺, 其中后者被理解为是包含至少一个三价氮原子的化合物,
15 该氮原子仅仅键接于碳原子, 其中至少一个是芳族环的成员。在一种形式中, 芳香族叔胺可以是芳基胺, 例如单芳基胺、二芳基胺、三芳基胺或者聚合物芳基胺。示例性的单体的三芳基胺由Klupfel等在US-A-3, 180, 730中进行了举例说明。其他适合的三芳基胺, 其被一个或多个乙烯基取代和/或包含至少一个包含活性氢的基团, 由Brantley
20 等公开于US-A-3, 567, 450和US-A-3, 658, 520。

更优选类别的芳香族叔胺是包含至少两个芳香族叔胺部分的那些, 如US-A-4, 720, 432和US-A-5, 061, 569所描述的。这类化合物包括由结构式(A)表示的那些。



其中: Q₁和Q₂是独立地选择的芳香族叔胺部分; 和G是碳碳键的连接基团例如亚芳基、亚环烷基或者亚烷基基团。在一个实施方案中, Q₁或者Q₂的至少一个包含多环的稠环构造例如萘。在G是芳基基团时, 它方便地是亚苯基、亚联苯基或者萘部分。

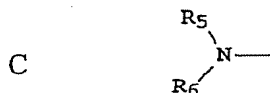
- 30 满足结构式(A)和包含两个三芳基胺部分的有用类别的三芳基胺由结构式(B)表示:



其中

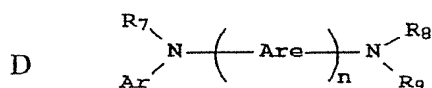
R_1 和 R_2 各自独立地表示氢原子、芳基基团或者烷基基团，或者 R_1 和 R_2 在一起表示形成环烷基基团的原子；和

R_3 和 R_4 各自独立地表示芳基基团，其又被二芳基取代的氨基基团取代，如结构式(C)说明的：



其中： R_5 和 R_6 是独立地选择的芳基基团。在一个实施方案中， R_5 或者 R_6 的至少一个包含多环的稠环结构例如萘。

另一类别的芳香族叔胺是四芳基二胺。希望的四芳基二胺包括两个二芳基氨基基团，例如由式(C)表明的，其通过亚芳基基团键合。有用的四芳基二胺包括由通式(D)表示的那些：



其中：每个Are可以是独立地选择的亚芳基基团，例如亚苯基或者蒽部分；

n 为从1到4的整数；和

Ar 、 R_7 、 R_8 和 R_9 是独立地选择的芳基基团。

在典型的实施方案中， Ar 、 R_7 、 R_8 和 R_9 的至少一个是多环的稠环结构例如萘。

上述结构式(A)、(B)、(C)、(D)的各种烷基、亚烷基、芳基和亚芳基部分每个又可以被取代。典型的取代基包括烷基基团、烯基、烷氧基基团、芳基基团、芳氧基基团和卤素例如氟、氯和溴。所述各种烷基和亚烷基部分通常包含从约1到6个碳原子。所述环烷基部分可以包含从3到约10个碳原子，但是通常包含五、六或者七个环碳原子-例

如、环戊基、环己基和环庚基环状结构。所述芳基和亚芳基部分通常是苯基和亚苯基部分。

所述空穴传输层可以由单一的或者混合的芳香族叔胺化合物形成。特别地，可以结合使用三芳基胺，例如满足式(B)的三芳基胺，与
5 例如式(D)表明的四芳基二胺。在三芳基胺与四芳基二胺结合使用时，后者作为层插入在三芳基胺和电子注入和传输层之间定位。有用的芳香族叔胺的例子如下：

- 1, 1-双(4-二-p-甲苯基氨基苯基)环己烷
- 1, 1-双(4-二-p-甲苯基氨基苯基)-4-苯基环己烷
- 10 4, 4'-双(二苯基氨基)四苯基
- 双(4-二甲氨基-2-甲基苯基)-苯基甲烷
- N, N, N-三(p-甲苯基)胺
- 4-(二-p-甲苯基氨基)-4'-[4(二-p-甲苯基氨基)-苯乙烯基]1, 2-二苯乙烯
- 15 N, N, N', N'-四对甲苯基-4-4'-二氨基联苯
- N, N, N', N'-四苯基-4, 4'-二氨基联苯
- N, N, N', N'-四-1-萘基-4, 4'-二氨基联苯
- N, N, N', N'-四-2-萘基-4, 4'-二氨基联苯
- N-苯基吡啶
- 20 4, 4'-双[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]联苯
- 4, 4'-双[N-(1-萘基)-N-(2-萘基)氨基]联苯
- 4, 4'-双[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]对-联三苯
- 4, 4'-双[N-(2-萘基)-N-苯基氨基]联苯
- 4, 4'-双[N-(3-萘基)-N-苯基氨基]联苯
- 25 1, 5-双[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]萘
- 4, 4'-双[N-(9-蒽基)-N-苯基氨基]联苯
- 4, 4'-双[N-(1-蒽基)-N-苯基氨基]对-联三苯
- 4, 4'-双[N-(2-菲基)-N-苯基氨基]联苯
- 4, 4'-双[N-(8-荧蒽基)-N-苯基氨基]联苯
- 30 4, 4'-双[N-(2-芘基)-N-苯基氨基]联苯
- 4, 4'-双[N-(2-并四苯基)-N-苯基氨基]联苯
- 4, 4'-双[N-(2-菲基)-N-苯基氨基]联苯

4, 4'-双[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]联苯
 2, 6-双(二-p-甲苯基氨基)萘
 2, 6-双[二-(1-萘基)氨基]萘
 2, 6-双[N-(1-萘基)-N-(2-萘基)氨基]萘
 5 N, N, N', N'-四(2-萘基)-4, 4''-二氨基-对-联三苯
 4, 4'-双{N-苯基-N-[4-(1-萘基)-苯基]氨基}联苯
 4, 4'-双[N-苯基-N-(2-萘基)氨基]联苯
 2, 6-双[N, N-二(2-萘基)胺]蒽
 1, 5-双[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]萘

10 另一类别的有用的空穴输送材料包括多环芳香烃化合物, 如EP 1 009 041所描述的。此外, 可以使用聚合物空穴输送材料, 例如聚(N-乙烯基吡啶)(PVK)、聚噻吩、聚吡咯、聚苯胺, 和共聚物例如聚(3, 4-亚乙基二氧噻吩)/聚(4-苯乙烯磺酸盐), 也称为PEDOT/PSS。

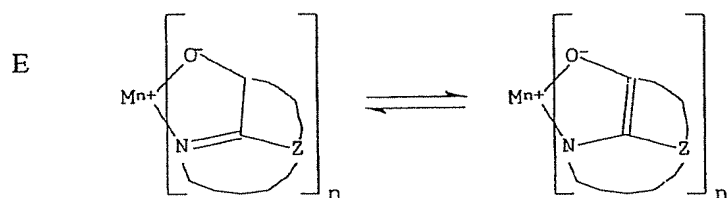
发光层(LEL)

15 如更充分地描述在US-A-4, 769, 292和US-A-5, 935, 721中的, 有机EL单元的发光层(LEL) 325包括发光的或者荧光材料, 其中场致发光作为在该区域中电子空穴对复合的结果产生。所述发光层可以由单一的材料组成, 但是更通常由掺杂有客体化合物的基质材料组成, 其中发光主要地来自掺杂剂并且可以具有任何颜色。发光层中的基质材料
 20 可以是如以下限定的电子输送材料, 如以上限定的空穴输送材料或者支持空穴电子复合的另一种材料或者材料组合。掺杂剂通常选自高度荧光性荧光染料, 但是磷光性的化合物, 例如过渡金属配合物也是有用的, 如WO 98/55561、WO 00/18851、WO 00/57676和WO 00/70655所描述的。掺杂剂通常以0.01到10重量%涂覆到基质材料。聚合物材料
 25 例如polyfluorenes和聚乙烯基亚芳基类(例如聚(对亚苯基亚乙烯基), PPV)也可以被用作基质材料。在这种情况下, 小分子掺杂剂可以分子地分散进入聚合物基质, 或者所述掺杂剂可以通过共聚合少量成分进入基质聚合物而加入。

30 选择作为掺杂剂的染料的重要关系是带隙势能的对比, 其被定义为所述分子在最高占有分子轨道和最低空分子轨道之间的能量差异。为了从基质到掺杂剂分子的有效能量转移, 必要条件是掺杂剂的带隙小于基质材料的带隙。

已知有用的基质和发射分子包括，但是不局限于US-A-4,768,292; US-A-5,141,671; US-A-5,150,006; US-A-5,151,629; US-A-5,405,709; US-A-5,484,922; US-A-5,593,788; US-A-5,645,948; US-A-5,683,823; US-A-5,755,999; US-A-5,928,802; 5 US-A-5,935,720; US-A-5,935,721; 和US-A-6,020,078中公开的。

8-羟基喹啉和类似的衍生物(式E)的金属配合物构成一类有用的能够支持场致发光的基质化合物，并且尤其适合于波长长于500nm的发光，例如绿色、黄色、橙色和红色。



10

其中:

M表示金属;

n是从1到4的整数; 和

Z独立地在每种情况下表示形成具有至少两个稠合的芳族环的环的原子。

15

从上述显而易见，所述金属可以是单价、二价、三价的或者四价的金属。所述金属可以例如是碱金属、例如锂、钠或者钾；碱土金属例如镁或者钙；土金属例如铝或者镓或者过渡金属例如锌或者镉。可以使用通常任何已知为有用的整合金属的单价、二价、三价或者四价的金属。

20

Z形成包含至少两个稠合的芳族环的杂环核，该芳族环中至少一个是吡咯或者吡嗪环。如果需要，另外的环，包括脂肪族和芳族环两者，可以与所述两个需要的环稠合。为了避免增加分子体积而没有改进功能，环原子的数目通常维持在18或者更少。

25

有用的整合oxinoid化合物的例子如下:

C0-1: 铝三喔星[同义名, 三(8-羟基喹啉)铝(III)]

C0-2: 镁双喔星[同义名, 双(8-羟基喹啉)镁(II)]

C0-3: 双[苯并{f}-8-羟基喹啉]锌(II)

C0-4: 双(2-甲基-8-羟基喹啉)铝(III)- μ -氧代-双(2-甲基-8-羟基喹啉)铝(III)

C0-5: 铟三喔星[同义名, 三(8-羟基喹啉)铟]

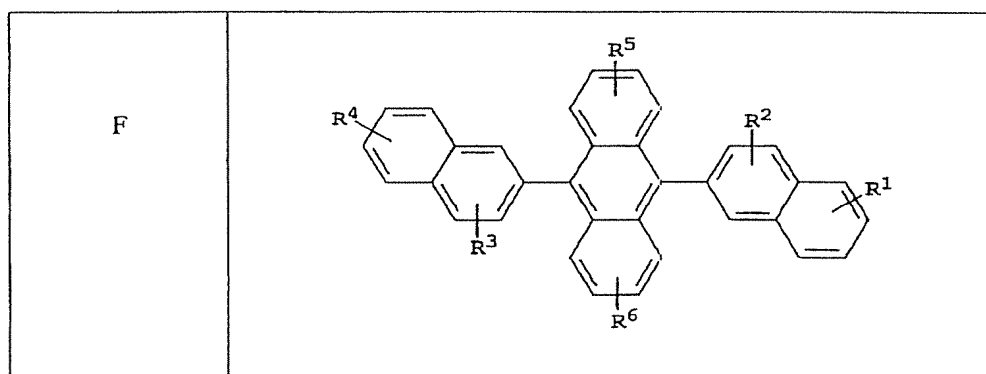
C0-6: 铝三(5-甲基喔星)[同义名, 三(5-甲基-8-羟基喹啉)铝(III)]

C0-7: 锂喔星[同义名, (8-羟基喹啉)锂(I)]

C0-8: 镓喔星[同义名, 三(8-羟基喹啉)镓(III)]

C0-9: 锆喔星[同义名, 四(8-羟基喹啉)锆(IV)]

9,10-二-(2-萘基)蒽(式F)的衍生物构成一类有用的能够支持场致发光的基质, 并且尤其适合于波长长于400nm的发光, 例如蓝色、绿色、黄色、橙色或者红色。



其中: R^1 、 R^2 、 R^3 、 R^4 、 R^5 和 R^6 表示在每一个环上的一个或多个取代基, 其中每个取代基可以单独地选自以下小组:

小组1: 氢、烯基、烷基或者环烷基, 其具有1到24个碳原子;

小组2: 芳基或者取代芳基, 具有5到20个碳原子;

小组3: 形成例如蒽基; 芘基或者菲基的稠合芳族环必需的4到24个碳原子;

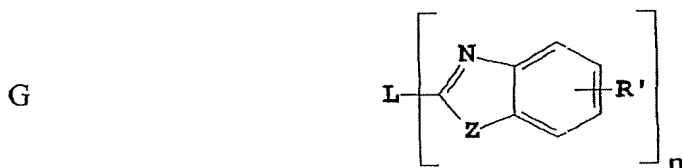
小组4: 杂芳基或者取代杂芳基, 具有5到24个碳原子, 其为形成咪唑基、噻吩基、吡啶基、喹啉基或者其他杂环系统的稠合的杂芳族环所需要的;

小组5: 烷氧基氨基、烷基氨基或者芳基氨基, 其具有1到24个碳原子; 和

小组6: 氟、氯、溴或者氰基。

说明的例子包括9,10-二-(2-萘基)蒽和2-叔丁基-9,10-二-(2-萘基)蒽。其他蒽衍生物在LEL中作为基质可能是有用的,包括9,10-双[4-(2,2-二苯基乙烯基)苯基]蒽。

- 5 吡啉衍生物(式G)构成另一类有用的能够支持场致发光的基质,并且尤其适合于波长长于400nm的发光,例如蓝色、绿色、黄色、橙色或者红色。



其中:

- 10 n为3到8的整数;

Z为O、NR或者S;

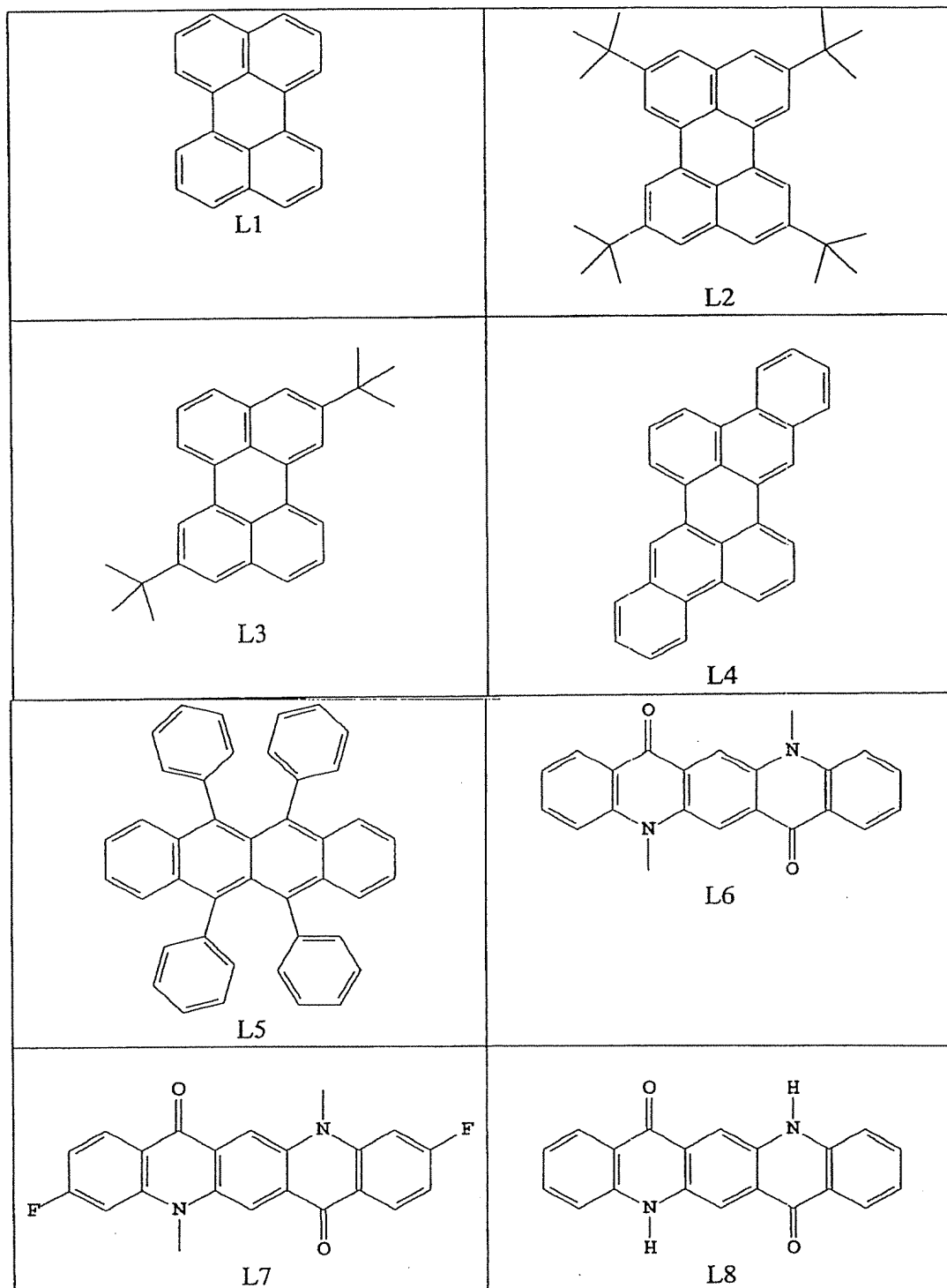
- R和R'单独地是氢;具有1到24个碳原子的烷基,例如、丙基、叔丁基、庚基等等;具有5到20个碳原子的芳基或者杂原子取代的芳基,例如苯基和萘基、呋喃基、噻吩基、吡啶基、喹啉基及其他杂环系统;或者卤素例如氯、氟;或者形成稠合的芳族环必需的原子;和每个吡啉单元可以存在最多4个R'基团;和
- 15

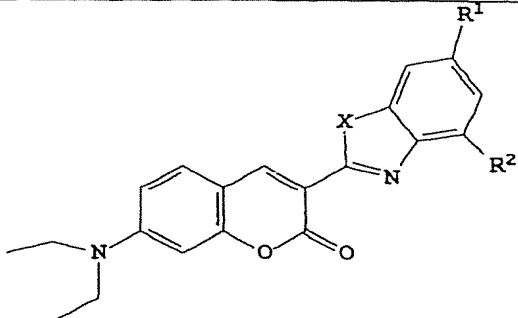
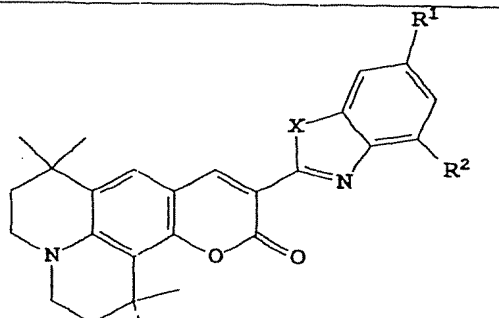
L是连接单元,其由烷基、芳基、取代烷基或者取代芳基组成,其共轭地或者非共轭地将许多的吡啉连接在一起。

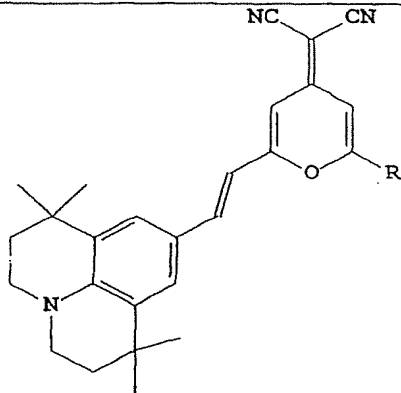
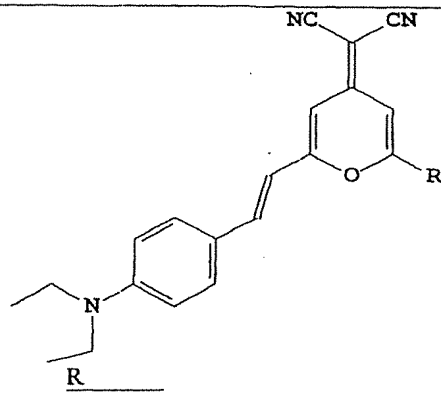
- 20 有用的吡啉的例子是2,2',2''-(1,3,5-亚苯基)三[1-苯基-1H-苯并咪唑]。

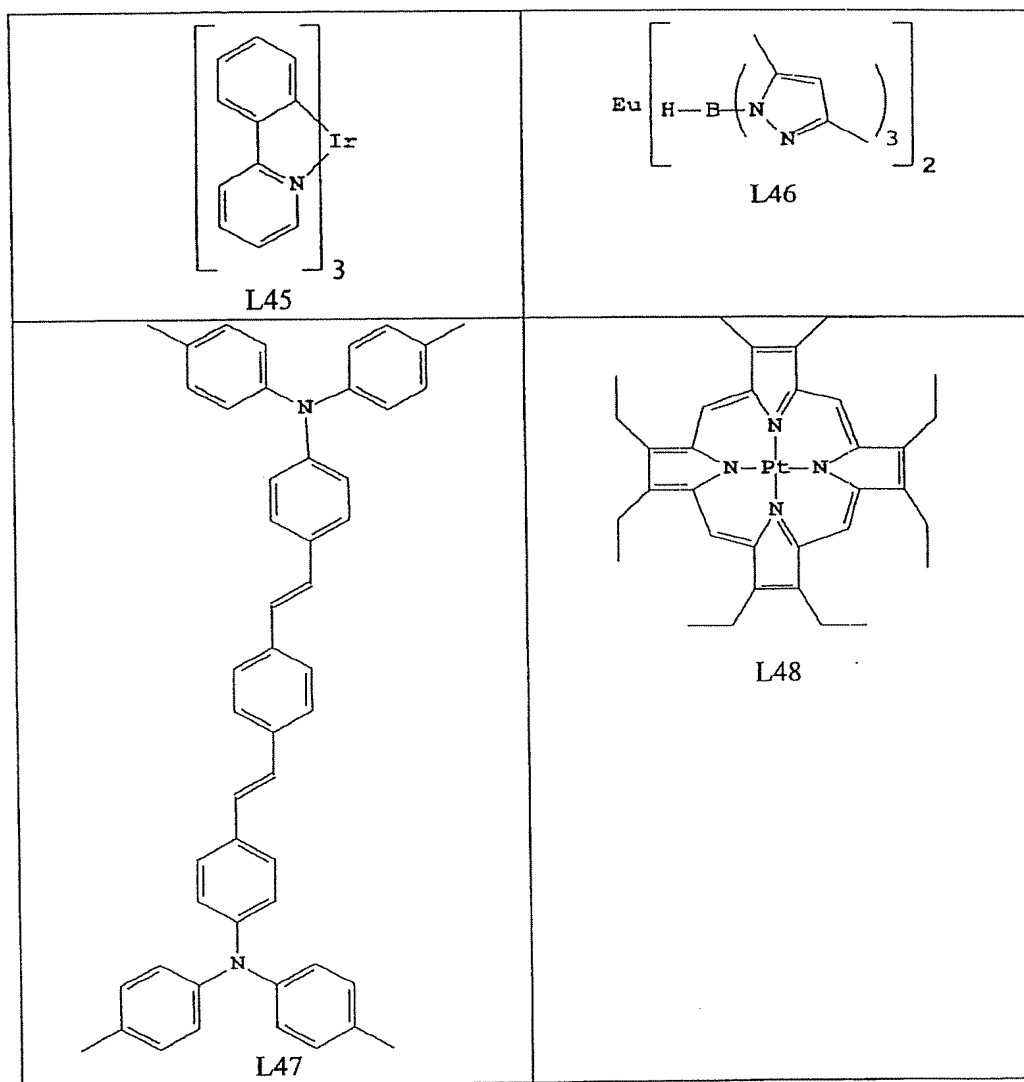
二苯乙烯基亚芳基衍生物,如US-A-5,121,029所描述的,也是有用的用于LEL的基质材料。

- 希望的荧光性掺杂剂包括以下化合物的衍生物:蒽、并四苯、咕吨、菲、红荧烯、香豆素、若丹明、喹吖啶酮、二氰基亚甲基吡喃化合物、噻喃化合物、聚甲炔化合物、pyrilium和thiapyrilium化合物、蒽衍生物、periflanthene衍生物和carbostyryl化合物。有用的掺杂剂的说明的例子包括,但是不局限于以下:
- 25



| | | | | | | | |
|---|---|-----|-----|--|---|-----|-----|
|  | | | |  | | | |
| | X | R1 | R2 | | X | R1 | R2 |
| L9 | O | H | H | L23 | O | H | H |
| L10 | O | H | 甲基 | L24 | O | H | 甲基 |
| L11 | O | 甲基 | H | L25 | O | 甲基 | H |
| L12 | O | 甲基 | 甲基 | L26 | O | 甲基 | 甲基 |
| L13 | O | H | 叔丁基 | L27 | O | H | 叔丁基 |
| L14 | O | 叔丁基 | H | L28 | O | 叔丁基 | H |
| L15 | O | 叔丁基 | 叔丁基 | L29 | O | 叔丁基 | 叔丁基 |
| L16 | S | H | H | L30 | S | H | H |
| L17 | S | H | 甲基 | L31 | S | H | 甲基 |
| L18 | S | 甲基 | H | L32 | S | 甲基 | H |
| L19 | S | 甲基 | 甲基 | L33 | S | 甲基 | 甲基 |
| L20 | S | H | 叔丁基 | L34 | S | H | 叔丁基 |
| L21 | S | 叔丁基 | H | L35 | S | 叔丁基 | H |
| L22 | S | 叔丁基 | 叔丁基 | L36 | S | 叔丁基 | 叔丁基 |

| | | | |
|---|-----|--|-----|
|  | |  | |
| | R | | R |
| L37 | 苯基 | L41 | 苯基 |
| L38 | 甲基 | L42 | 甲基 |
| L39 | 叔丁基 | L43 | 叔丁基 |
| L40 | 苄基 | L44 | 苄基 |



电子传输层(ETL)

用于形成本发明的有机EL设备的电子传输层327的优选的薄膜形成材料是金属螯合的oxinoid化合物，包括喹星本身(通常也称为8-羟基喹啉)的螯合物。这类化合物有助于注入和输送电子和显示高水平性能和易于制造成薄膜的形式两者。考虑的oxinoid化合物的示例是满足前面描述的结构式(E)的那些。

其他电子输送材料包括各种丁二烯衍生物，如公开于US-A-4, 356, 429中的和各种杂环的光学增亮剂，如US-A-4, 539, 507所描述

的。满足结构式(G)的吡啶也是有用的电子输送材料。

在有些情况下,层327和325可以任选地折叠成单层,其起支持发光和电子传递两者的作用。这些层可以在小分子OLED系统和聚合物OLED系统两者中折叠。例如,在聚合物体系中,通用的是使用空穴传输层例如PEDOT-PSS与聚合物发光层例如PPV。在该系统中,PPV起支持发光和电子传递两者的作用。

阴极

在发光单独地通过阳极观察时,用于本发明的阴极240可以由几乎任何导电材料组成。希望的材料具有好的成膜性能,以保证与下面的有机层好的接触,提高低压下的电子注入,并且具有好的稳定性。有用的阴极材料通常包含低功函金属($<4.0\text{eV}$)或者金属合金。一种优选的阴极材料由Mg:Ag合金组成,其中银的百分比在1到20%范围之内,如US-A-4,885,221所描述的。另一适合类别的阴极材料包括双层,其包括与有机层(例如ETL)接触薄的电子注入层(EIL)329,其用较厚的导电金属层覆盖。在此,EIL优选包括低功函金属或者金属盐,并且倘若如此,较厚的覆盖层不需要具有低功函。一种这类阴极由LiF薄层继之以Al的厚层组成,如US-A-5,677,572所描述的。其他有用的阴极材料包括,但是不局限于,公开于US-A-5,059,861,US-A-5,059,862,和US-A-6,140,763的那些。

在发光通过阴极观察时,阴极必须是透明的或者几乎是透明的。对于这类应用,金属必须是薄的或者必须使用透明的导电氧化物,或者这些材料的结合。光学透明的阴极已经更详细地描述于US-A-5,776,623。阴极材料可以通过蒸发、溅射或者化学蒸汽淀积进行沉积。必要时,图案化可以通过许多众所周知的方法实现,包括但不限于,全面(through)-荫罩沉积、整体荫罩,如US-A-5,276,380和EP 0 732 868所描述的,激光烧蚀和选择性的化学蒸汽淀积。

有机层的沉积

上述的有机材料适合地通过汽相方法例如升华作用沉积,但是可以从流体,例如从具有任选的粘结剂的溶剂沉积以改善薄膜形成。如果所述材料是聚合物,溶剂沉积是有用的,但是其他方法可以使用,例如从给体片材的溅射或者热转移。要通过升华作用沉积的材料可以从通常由钽材料组成的升华器“舟皿”蒸发,例如US-A-6,237,529所描

述的，或者可以首先涂覆在给体片材上，然后在十分接近所述基材下升华。具有材料混合物的层可以利用分离的升华器舟皿或者所述材料可以被预混合和从单一舟皿或者给体片材涂覆。图案化沉积可以使用荫罩、整体荫罩(US-A-5, 294, 870)、从给体片材的空间限定热力染料转印(US-A-5, 851, 709 和 US-A-6, 066, 357) 以及喷墨方法(US-A-6, 066, 357) 获得。

包封

大多数的OLED设备对水分或氧气或者两者敏感，因此它们通常在惰性气氛例如氮气或者氩气以及干燥剂例如氧化铝、铝矾土、硫酸钙、粘土、硅胶、沸石、碱金属氧化物、碱土金属氧化物、硫酸盐或者金属卤化物和高氯酸盐中密封。包封和干燥的方法包括，但是不局限于描述在US-A-6, 226, 890中的那些。此外，阻隔层例如SiO_x、Teflon、以及交替无机/聚合物层对于包封在本领域中是已知的。

光学优化

如果需要，本发明的层叠的OLED器件可以使用各种众所周知的光学作用以便提高其性能。这包括优化层厚度以得到最大光输出，提供介质镜结构，与吸收光的电极替换反射性的电极，在显示器上提供抗闪光或者抗反射涂覆，在显示器上提供极化介质，或者在显示器上提供着色或者中性密度滤光片。

在本说明书中参考的专利及其他出版物的全部内容在此引入作为参考。

附图说明

图1描述现有技术层叠的OLED的简略横剖面视图；

图2描述本发明的层叠的OLED的简略横剖面视图，该层叠的OLED具有层叠的有机EL单元并且在每一有机EL单元中间具有掺杂的有机连接器；

图3描述本发明另一层叠的OLED的简略横剖面视图，其举例说明在有机EL单元中的某些层状结构；

图4描述本发明另一层叠的OLED的简略横剖面视图，其举例说明在有机EL单元中的某些其它的层状结构；

图5描述本发明层叠的OLED的简略横剖面视图，其举例说明掺杂的有机连接器，该掺杂的有机连接器包括n-型掺杂有机层和p-型掺杂有

机层;

图6是发光得率对电流密度的图,其说明本发明器件以及按照现有技术制造的参考器件的有机EL特性;

图7描述本发明的区域照明灯的简略横剖面视图;

5 图8描述可以用于驱动本发明主动矩阵显示器的电路图的剖视图;

图9描述本发明全色显示器的简略横剖面视图;

图10描述本发明另一全色显示器的简略横剖面视图;和

图11描述本发明另一全色显示器的简略横剖面视图。

应当理解,图1-5和图7-11不是按比例,因为如果按比例绘图则
10 单层太薄和各种层的厚度差别太大。

具体实施方式

实施例

提供以下实施例用于进一步解释本发明。为了简洁,由其形成的材料和层缩写如下。

15 ITO: 铟-锡-氧化物;用于在玻璃基板上形成透明的阳极210

CFx: 聚合的氟碳化合物层;用于在ITO之上形成空穴注入层

NPB: N, N'-二(萘-1-基)-N, N'-二苯基-联苯胺;用于在有机EL单元中形成空穴传输层,以及在掺杂有机连接器中形成p-型掺杂有机层中用作基质。

20 Alq: 三(8-羟基喹啉)铝(III);用于在有机EL单元中形成电子传输层,和在掺杂有机连接器中形成n-型掺杂有机层中用作基质。

F₄-TCNQ: 2, 3, 5, 6-四氟-7, 7, 8, 8-四氰基喹啉二甲烷;在掺杂有机连接器中在形成p-型掺杂有机层中用作p-型掺杂剂

CH₃CO₂Cs: 乙酸铯;在掺杂有机连接器中在形成n-型掺杂有机层中
25 用作n-型掺杂剂。

Mg: Ag: 镁:银比值为10:0.5(体积);用于形成阴极

使用恒流电源和光度计在室温下评价所有制造的器件的场致发光特性。

实施例1(常规OLED-对比):

30 常规非层叠的OLED的制备如下:使用工业的玻璃洗涤器工具净化和干燥涂有透明的ITO导电层的1mm厚玻璃基板。ITO的厚度为大约42nm和ITO的薄层电阻为大约68Ω/平方。ITO表面随后用氧化等离子体处理

以使所述表面适合作为阳极。通过在RF等离子体处理室中分解 CHF_3 气体,将1nm厚度的CFx层沉积在净化的ITO表面上作为HIL。然后将基材转移到真空淀积室用于在所述基材之上沉积所有其他层。在大约 10^{-6} 托真空下,按以下顺序通过从加热的舟皿升华来沉积以下层:

- 5 (1) HTL, 75nm厚, 由NPB组成;
- (2) ETL(也作为发射层), 60nm厚, 由Alq组成;
- (3) 阴极, 大约210nm厚, 由Mg:Ag组成。

在沉积这些层之后,将器件从淀积室转移到干燥箱用于包封。完全的器件结构表示为ITO/CFx/NPB(75)/Alq(60)/Mg:Ag。

- 10 该器件需要的驱动电压为6.2V以通过 $20\text{mA}/\text{cm}^2$ 。其发光效率是 $2.4\text{cd}/\text{A}$ 。发光效率-电流特性示于图6,指明为实施例1。

实施例2(对比)

制造具有以下顺序的层的层叠的OLED:

- (1) HTL, 50nm厚, 由NPB组成;
- 15 (2) ETL(也作为发射层), 50nm厚, 由Alq组成;
- (3) 薄的金属电极, 1nm厚, 由Mg:Ag组成;
- (4) 另一薄的金属电极, 1.5nm厚, 由Ag组成;
- (5) HTL, 50nm厚, 由NPB组成;
- (6) ETL(也作为发射层), 50nm厚, 由Alq组成;
- 20 (7) 阴极, 大约210nm厚, 由Mg:Ag组成。

除了上述层的沉积,处理步骤与实施例1相同。层叠器件结构表示为ITO/CFx/NPB(50)/Alq(50)/Mg:Ag/Ag/NPB(50)/Alq(50)/Mg:Ag。

该层叠的OLED需要的驱动电压为21.2V以通过 $20\text{mA}/\text{cm}^2$ 。其EL效率为 $0.1\text{cd}/\text{A}$ 。其发光效率-电流特性,指明为实施例2,示于图6。

- 25 实施例3(对比)

制造具有以下顺序的层的层叠的OLED:

- (1) HTL, 75nm厚, 由NPB组成;
- (2) ETL(也作为发射层), 60nm厚, 由Alq组成;
- (3) 金属电极, 10nm厚, 由Mg;
- 30 (4) HTL, 75nm厚, 由NPB组成;
- (5) ETL(也作为发射层), 60nm厚, 由Alq组成;
- (6) 阴极, 大约210nm厚, 由Mg:Ag组成。

除了上述层的沉积,处理步骤与实施例1相同。所述层叠器件结构表示为ITO/CFx/NPB(75)/Alq(60)/Mg/NPB(75)/Alq(60)/Mg:Ag。

所述层叠的OLED具有的驱动电压为11.2V,电流密度为20mA/cm²和EL效率为1.3cd/A。其发光效率-电流特性,指明为实施例3,示于图6。

5 实施例4(对比)

制造层叠的OLED,其类似于实施例3,除了在两个EL单元中间不存在金属电极。所述层叠器件结构表示为ITO/CFx/NPB(75)/Alq(60)/NPB(75)/Alq(60)/Mg:Ag。

10 所述层叠的OLED需要很高的驱动电压(29V)以便通过的电流密度为20mA/cm²。相应的EL效率为3.1cd/A。其发光效率-电流特性,指明为实施例4,示于图6。

对比实施例2,3和4清楚地显示,在相邻有机EL单元之间的连接在生产比非层叠的OLED更有效的层叠的OLED中是非常关键的。如现有技术所描述的薄的金属内部电极层显然可以引起由于光学吸收和反射的
15 传输损耗,以及在被放入有机EL单元中时载流子的注入困难。在EL单元中间不用任何电极可以减少光学吸收,但是在每个有机EL单元之间的载流子注入阻隔将仍然是很高的,如由很高的驱动电压证明的。

实施例5(发明):

制造具有以下顺序的层的层叠的OLED:

- 20 (1)HTL,75nm厚,由NPB组成;
(2)ETL(也作为发射层),55nm厚,由Alq组成;
(3)n-型掺杂有机层,5nm厚,由Alq基质组成,该基质掺杂有2vol% CH₃CO₂Cs,其是掺杂有机连接器的一部分;
(4)p-型掺杂有机层,5nm厚,由NPB基质组成,该基质掺杂有2vol%
25 F₄-TCNQ,其是掺杂有机连接器的另一部分;
(5)HTL,70nm厚,由NPB组成;
(6)ETL(也作为发射层),60nm厚,由Alq组成;
(7)阴极,大约210nm厚,由Mg:Ag组成。

除了上述层的沉积,处理步骤与实施例1相同。所述层叠器件结构
30 表示为ITO/CFx/NPB(75)/Alq(55)/Alq:n-掺杂剂(5)/NPB:p-掺杂剂(5)/NPB(70)/Alq(60)/Mg:Ag。

所述层叠的OLED具有的驱动电压为18.5V,电流密度为20mA/cm²和

EL效率为3.9cd/A。其发光效率-电流特性,指明为实施例5,示于图6。

实施例6(发明):

制造具有以下顺序的层的层叠的OLED:

- (1) HTL, 75nm厚, 由NPB组成;
- 5 (2) ETL(也作为发射层), 60nm厚, 由Alq组成;
- (3) p-型掺杂有机层, 5nm厚, 由NPB基质组成, 该基质掺杂有3vol% F₄-TCNQ, 其是掺杂有机连接器;
- (4) HTL, 70nm厚, 由NPB组成;
- (5) ETL(也作为发射层), 60nm厚, 由Alq组成;
- 10 (6) 阴极, 大约210nm厚, 由Mg:Ag组成。

除了上述层的沉积, 处理步骤与实施例1相同。所述层叠器件结构表示为 ITO/CFx/NPB(75)/Alq(60)/NPB:p-掺杂剂(5)/NPB(70)/Alq(60)/Mg:Ag。

所述层叠的OLED具有的驱动电压为17.7V, 电流密度为20mA/cm²和
15 EL效率为4.0cd/A。所述发光效率-电流特性,指明为实施例6,示于图6。

实施例7(发明):

为了优化光输出, 制造具有以下顺序的层的、类似于实施例6中的但是具有不同层厚度的层叠的OLED:

- 20 (1) HTL, 75nm厚, 由NPB组成;
- (2) ETL(也作为发射层), 30nm厚, 由Alq组成;
- (3) p-型掺杂有机层, 5nm厚, 由NPB基质组成, 该基质掺杂有3vol% F₄-TCNQ, 其是掺杂有机连接器;
- (4) HTL, 25nm厚, 由NPB组成;
- 25 (5) LEL和ETL, 60nm厚, 由Alq组成;
- (6) 阴极, 大约210nm厚, 由Mg:Ag组成。

除了上述层的沉积, 处理步骤与实施例1相同。所述层叠器件结构也表示为 ITO/CFx/NPB(75)/Alq(30)/NPB:p-掺杂剂(5)/NPB(25)/Alq(60)/Mg:Ag。

30 所述层叠的OLED的发光效率-电流特性示于图6, 指明为实施例7。该优化的器件具有的驱动电压为12V, 电流密度为20mA/cm²和EL效率为4.9cd/A。其显示, 通过在一个OLED中顺序地层叠两个有机EL单元, 可

以得到两倍的发光效率(使用双倍的驱动电压)。因为发光与电流密度成正比,该层叠的OLED器件对于相同电流密度可以产生相对于参考OLED(实施例1)两倍的发光输出。因此,层叠的OLED的寿命可以增加至2倍而不牺牲发光率。该实施例表明,通过与掺杂有机连接器一起层叠许多的有机EL单元,如本发明所描述的,可以获得发光效率的进一步提高。

本发明的其他特点包括以下。

层叠的有机场致发光器件,其中所有有机场致发光单元是相同的。

层叠的有机场致发光器件,其中至少一个有机场致发光单元不同于至少另一个。

层叠的有机场致发光器件,其中至少一个掺杂有机连接器不同于至少一个其他掺杂有机连接器。

层叠的有机场致发光器件,其中至少一个有机场致发光单元包括三重的发射器。

层叠的有机场致发光器件,其中每个有机场致发光单元的厚度为从2到200nm。

可被观众观察的全色矩阵显示器,其包括:

(a) 权利要求8的层叠的有机场致发光器件的矩阵阵列,其中通过层叠红色、绿色和蓝色发射有机场致发光单元,每个器件发射白光;

(b) 独立地电激活每个器件的设备; 和

(c) 红色、绿色和蓝色滤光片的阵列,其与所述器件对准并设置在器件和观众之间。

可被观众观察的全色矩阵显示器,其包括:

(a) 权利要求1的层叠的有机场致发光器件的矩阵阵列,其中每个器件发射蓝光;

(b) 独立地电激活每个器件的设备; 和

(c) 蓝色到红色和蓝色到绿色彩色校正滤光片的阵列,其与所述器件对准并设置在器件和观众之间。

层叠的有机场致发光器件,其包括:

(a) 阳极;

(b) 阴极;

(c) 许多有机场致发光单元,其配置在所述阳极和所述阴极之间;

和

(d) 掺杂有机连接器, 其配置在每个相邻有机场致发光单元之间, 其中所述掺杂有机连接器包括至少一个n-型掺杂有机层。

5 层叠的有机场致发光器件, 其中所述n-型掺杂有机层包括至少一种基质有机材料和至少一种n-型掺杂剂, 其中所述基质有机材料能够支持电子传递。

层叠的有机场致发光器件, 其中n-型掺杂有机层的基质有机材料包括金属螯合的oxinoid化合物、8-羟基喹啉衍生物、丁二烯衍生物、杂环的光学增亮剂、三嗪、吡啶或者silole衍生物或者其结合。

10 层叠的有机场致发光器件, 其中n-型掺杂有机层中的n-型掺杂剂具有小于4.0eV的功函。

层叠的有机场致发光器件, 其中n-型掺杂有机层中的n-型掺杂剂包括碱金属、碱金属化合物、碱土金属或者碱金属化合物或者其结合。

15 层叠的有机场致发光器件, 其中n-型掺杂有机层中的n-型掺杂剂包括具有强电子给出性能的有机还原剂, 使得它们能够与所述有机基质材料形成电荷转移配合物。

层叠的有机场致发光器件, 其中n-型掺杂有机层中的n-型掺杂剂包括双(亚乙基二硫代)-四硫富瓦烯(BEDT-TTF), 四硫富瓦烯(TTF)或者其衍生物或者其结合。

20 层叠的有机场致发光器件, 其中n-型掺杂浓度在0.01-10vol% 范围之内。

层叠的有机场致发光器件, 其中每个有机场致发光单元的厚度为从2到200nm。

25 层叠的有机场致发光器件, 其中每个掺杂的有机连接器的厚度为从1到100nm。

层叠的有机场致发光器件, 其中有机场致发光单元包含小分子材料。

层叠的有机场致发光器件, 其中有机场致发光单元包含空穴传输层和电子传输层。

30 层叠的有机场致发光器件, 其中有机场致发光单元包含聚合物材料。

层叠的有机场致发光器件, 其中有机场致发光单元包含空穴传输层

和发光层。

层叠的有机场致发光器件，其包括至少三个有机场致发光单元，使得红色、绿色和蓝色发射单元结合以产生白光。

层叠的有机场致发光器件，其中有机场致发光单元发射基本上相同的颜色。

层叠的有机场致发光器件，其包括：

(a) 阳极；

(b) 阴极；

(c) 许多有机场致发光单元，其配置在所述阳极和所述阴极之间；

和

(d) 掺杂有机连接器，其配置在每个相邻有机场致发光单元之间，其中所述掺杂有机连接器包括至少一个p-型掺杂有机层。

层叠的有机场致发光器件，其中所述p-型掺杂有机层包括至少一种基质有机材料和至少一种p-型掺杂剂，其中所述基质有机材料能够支持空穴输送。

层叠的有机场致发光器件，其中p-型掺杂有机层的基质有机材料包括芳香族叔胺，其具有至少一个三价的氮原子，该氮原子仅仅结合到碳原子，其中至少一个是芳族环成员。

层叠的有机场致发光器件，其中p-型掺杂有机层中的p-型掺杂剂包括无机氧化剂，其能够与基质材料形成电荷转移配合物。

层叠的有机场致发光器件，其中p-型掺杂有机层中的p-型掺杂剂包括碘、 FeCl_3 、或者 SbCl_5 或者其结合。

层叠的有机场致发光器件，其中p-型掺杂有机层中的p-型掺杂剂包括有机氧化剂，其具有强吸电子性能例如能够与基质材料形成电荷转移配合物。

层叠的有机场致发光器件，其中p-型掺杂有机层中的p-型掺杂剂包括2, 3, 5, 6-四氟-7, 7, 8, 8-四氰基喹啉二甲烷($\text{F}_4\text{-TCNQ}$)或者TCNQ的其他衍生物或者其结合。

层叠的有机场致发光器件，其中p-型掺杂浓度在0.01-10vol% 范围之内。

层叠的有机场致发光器件，其中每个有机场致发光单元的厚度为从2到200nm。

层叠的有机场致发光器件,其中每个掺杂的有机连接器的厚度为从1到100nm。

层叠的有机场致发光器件,其中有机场致发光单元包含小分子材料。

- 5 层叠的有机场致发光器件,其中有机场致发光单元包含空穴传输层和电子传输层。

层叠的有机场致发光器件,其中有机场致发光单元包含聚合物材料。

- 10 层叠的有机场致发光器件,其中有机场致发光单元包含空穴传输层和发光层。

层叠的有机场致发光器件,其包括至少三个有机场致发光单元,使得红色、绿色和蓝色发射单元结合产生白光。

层叠的有机场致发光器件,其中有机场致发光单元发射基本上相同的颜色。

- 15 层叠的有机场致发光器件,其包括:

(a) 阳极;

(b) 阴极;

(c) 许多有机场致发光单元,其配置在所述阳极和所述阴极之间;

和

- 20 (d) 掺杂有机连接器,其配置在每个相邻有机场致发光单元之间,其中所述掺杂有机连接器包括至少一个n-型掺杂有机层和一个p-型掺杂有机层。

- 25 层叠的有机场致发光器件,其中掺杂有机连接器包括n-型掺杂有机层和p-型掺杂有机层,其互相靠近配置,其中所述n-型掺杂有机层面对阳极侧配置和所述p-型掺杂有机层面对阴极侧配置。

- 30 层叠的有机场致发光器件,其中所述n-型掺杂有机层包括至少一种基质有机材料和至少一种n-型掺杂剂,其中用于所述n-型掺杂有机层的基质有机材料能够支持电子传递,和其中所述p-型掺杂有机层包括至少一种基质有机材料和至少一种p-型掺杂剂,其中用于所述p-型掺杂有机层的所述基质有机材料能够支持空穴输送。

层叠的有机场致发光器件,其中n-型掺杂有机层的基质有机材料包括金属螯合的oxinoid化合物、8-羟基喹啉衍生物、丁二烯衍生物、杂

环的光学增亮剂、三嗪、吡啶或者silole衍生物或者其结合。

层叠的有机场致发光器件，其中n-型掺杂有机层中的n-型掺杂剂具有小于4.0eV的功函。

层叠的有机场致发光器件，其中n-型掺杂有机层中的n-型掺杂剂
5 包括碱金属、碱金属化合物、碱土金属或者碱金属化合物或者其结合。

层叠的有机场致发光器件，其中n-型掺杂有机层中的n-型掺杂剂包括具有强电子给出性能的有机还原剂，能够与所述有机基质材料形成电荷转移配合物。

层叠的有机场致发光器件，其中n-型掺杂有机层中的n-型掺杂剂
10 包括双(亚乙基二硫代)-四硫富瓦烯(BEDT-TTF)，四硫富瓦烯(TTF)或者其衍生物或者其结合。

层叠的有机场致发光器件，其中p-型掺杂有机层的基质有机材料包括芳香族叔胺，其具有至少一个三价的氮原子，该氮原子仅仅结合到碳原子，其中至少一个是芳族环成员。

层叠的有机场致发光器件，其中p-型掺杂有机层中的p-型掺杂剂
15 包括无机氧化剂，其能够与基质材料形成电荷转移配合物。

层叠的有机场致发光器件，其中p-型掺杂有机层中的p-型掺杂剂包括碘、FeCl₃、或者SbCl₅或者其结合。

层叠的有机场致发光器件，其中p-型掺杂有机层中的p-型掺杂剂
20 包括有机氧化剂，其具有强吸电子性能，能够与基质材料形成电荷转移配合物。

层叠的有机场致发光器件，其中p-型掺杂有机层中的p-型掺杂剂包括2,3,5,6-四氟-7,7,8,8-四氟基喹啉二甲烷(F₄-TCNQ)或者TCNQ的其他衍生物或者其结合。

层叠的有机场致发光器件，其中n-型和p-型两者掺杂浓度在
25 0.01-10vol% 范围之内。

层叠的有机场致发光器件，其中每个有机场致发光单元的厚度为从2到200nm。

层叠的有机场致发光器件，其中每个掺杂的有机连接器的厚度为从
30 1到100nm。

层叠的有机场致发光器件，其中有机场致发光单元包含小分子材料。

层叠的有机场致发光器件,其中有机场致发光单元包含空穴传输层和电子传输层。

层叠的有机场致发光器件,其中有机场致发光单元包含聚合物材料。

- 5 层叠的有机场致发光器件,其中有机场致发光单元包含空穴传输层和电子传输层。

层叠的有机场致发光器件,其包括至少三个有机场致发光单元,使得红色、绿色和蓝色发射单元结合产生白光。

- 10 层叠的有机场致发光器件,其中有机场致发光单元发射基本上相同的颜色。

制造层叠的有机场致发光器件的方法,其具有至少两个有机场致发光单元,该方法包括以下步骤:

(a) 提供连接到阳极的第一有机场致发光单元和连接到阴极的第二有机场致发光单元; 和

- 15 (b) 提供掺杂有机连接器以连接至少所述第一和第二有机场致发光单元,该掺杂有机连接器配置在每个相邻有机场致发光单元之间,借此所述层叠的有机场致发光器件仅仅包括单一的阳极和阴极。

- 20 所述方法,进一步包括配置在所述第一和第二有机场致发光单元之间的一个或多个中间有机场致发光单元,其中每个这类中间有机场致发光单元不用阳极或者阴极形成,和使用掺杂有机连接器以在所述层叠的有机场致发光器件内固定这类中间有机场致发光单元。

所述方法,进一步包括选择有机场致发光单元以提供提高的发光效率的步骤。

所述方法,其中选择有机场致发光单元的数量以提高发光效率。

- 25 掺杂有机连接器用于连接相邻有机场致发光单元以形成场致发光器件的用途。

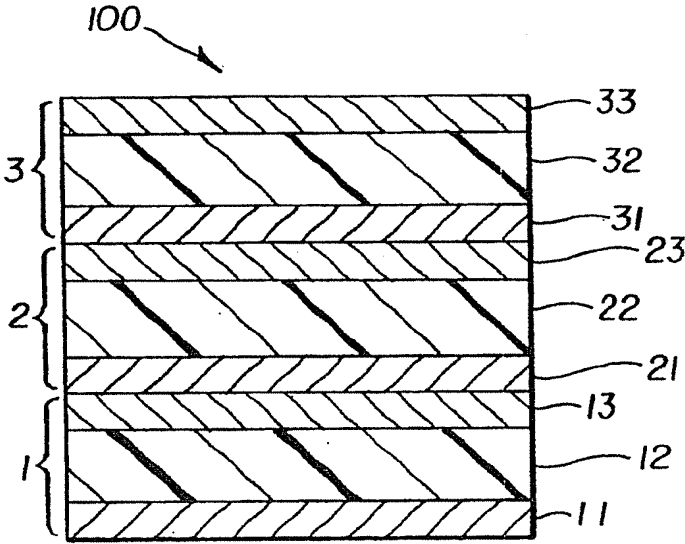


图 1
(现有技术)

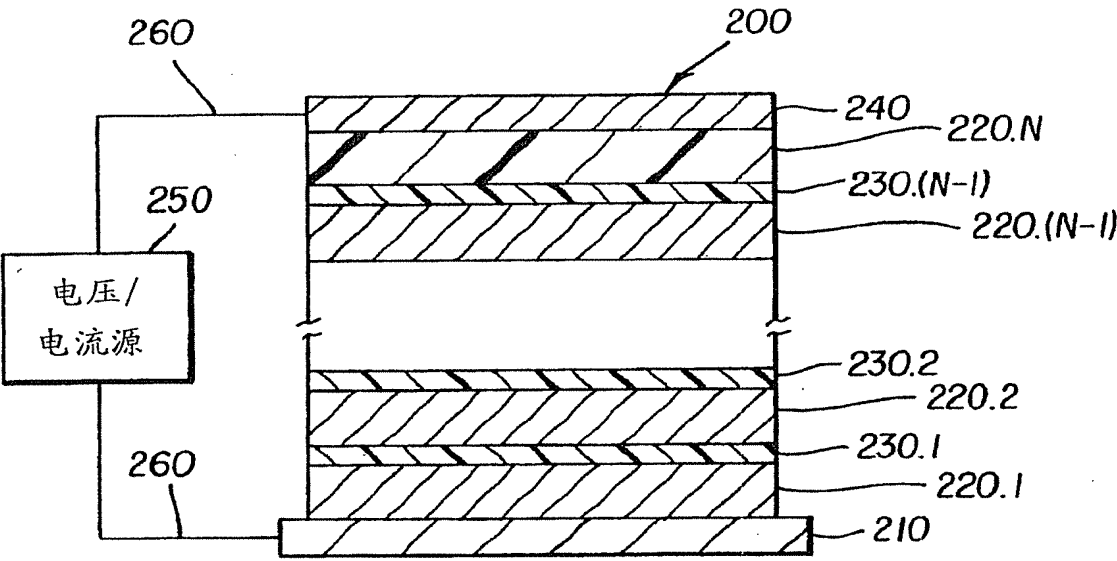


图 2

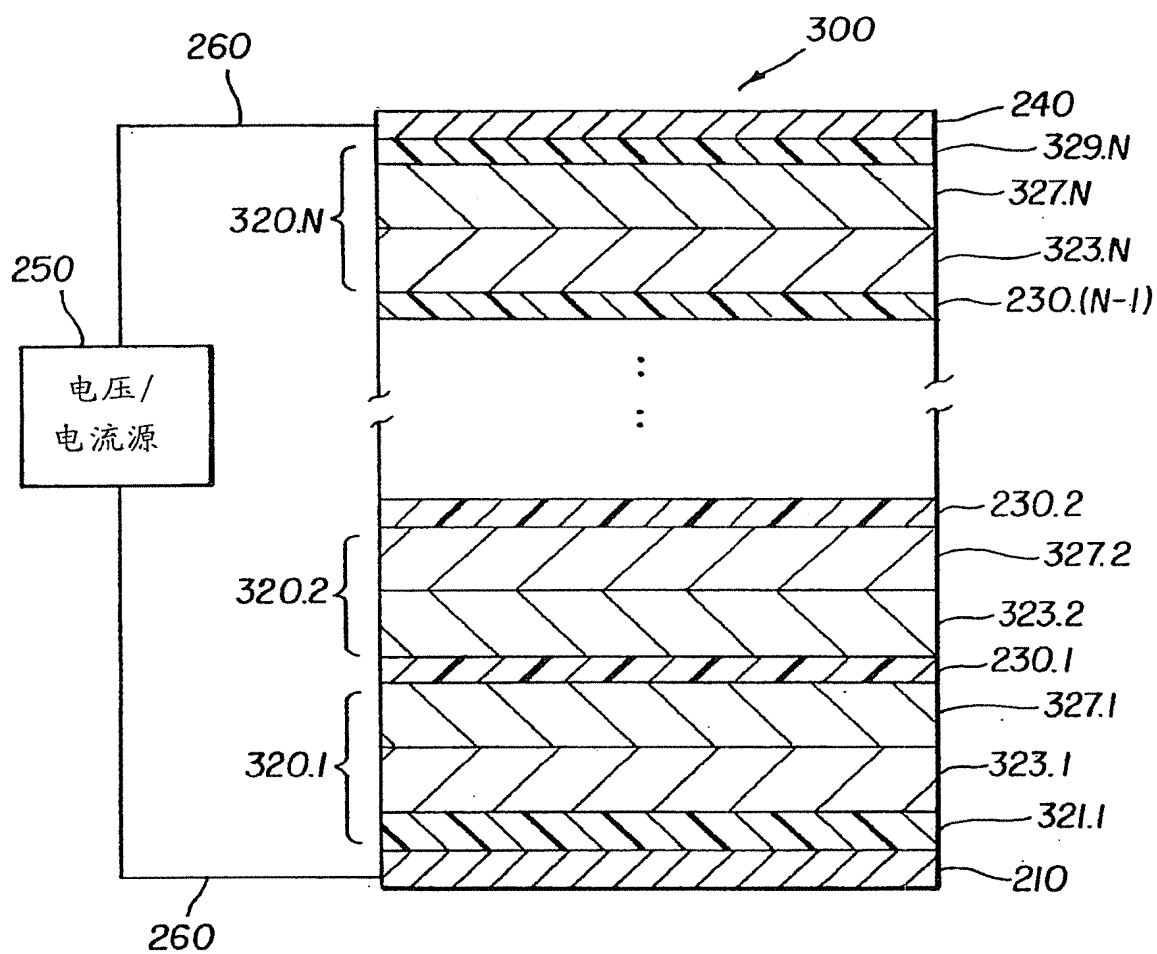


图 3

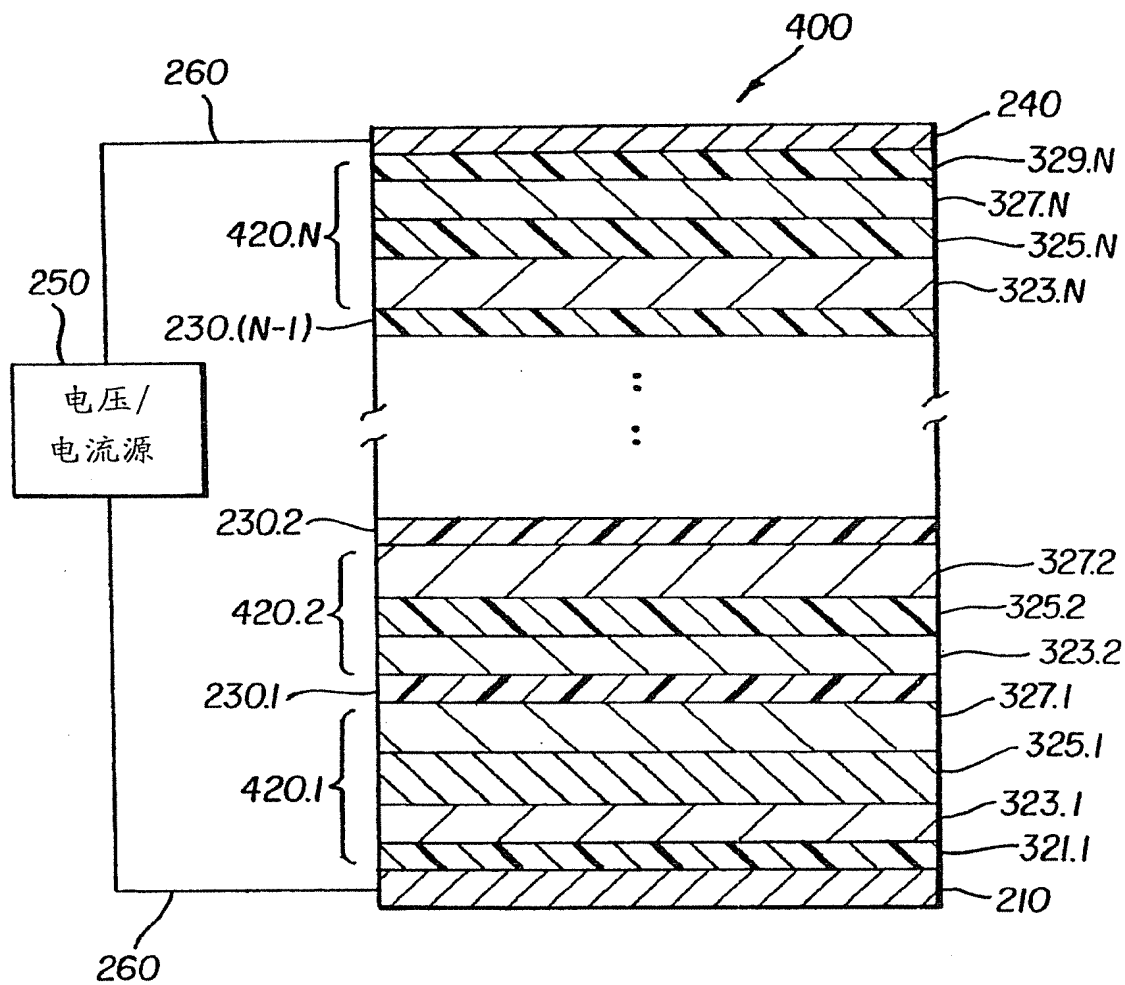


图 4

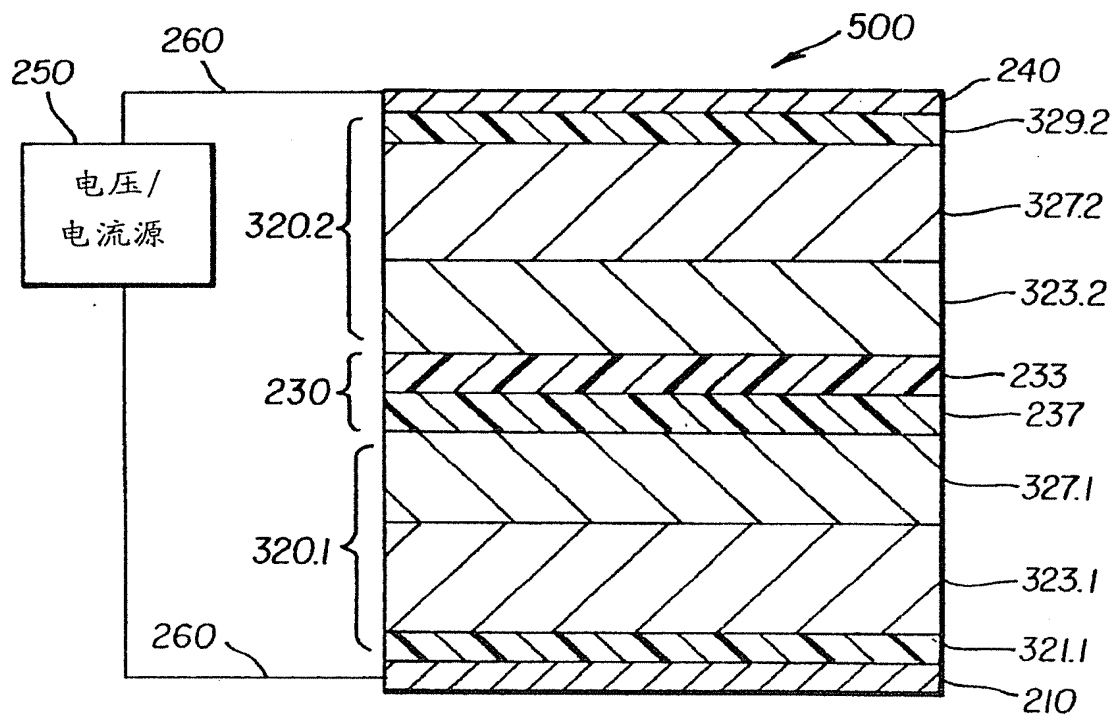


图 5

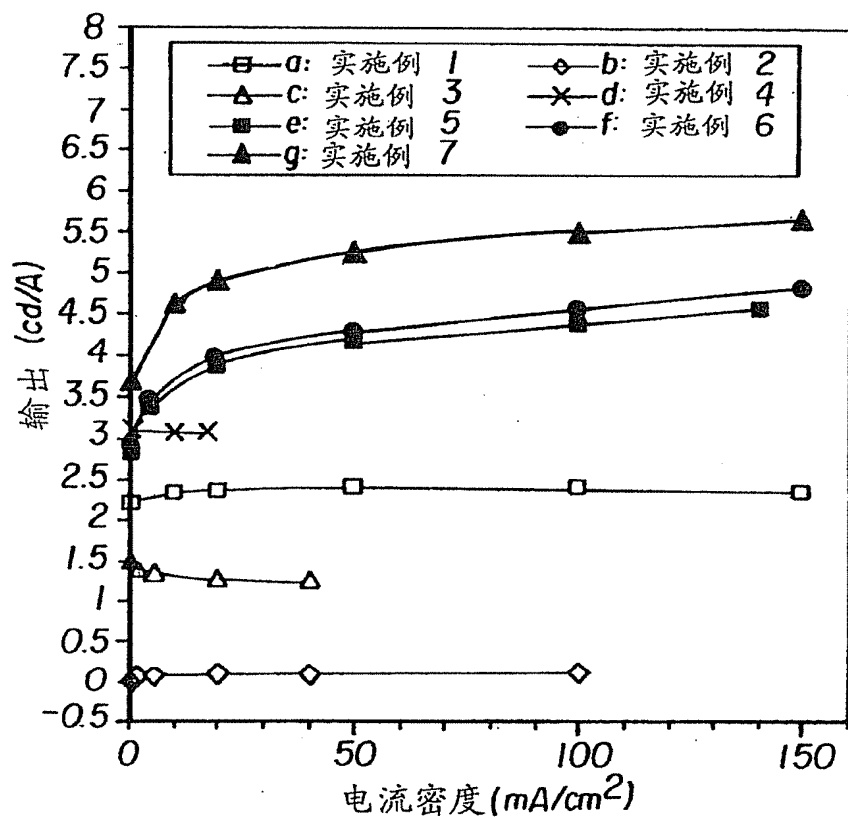


图 6

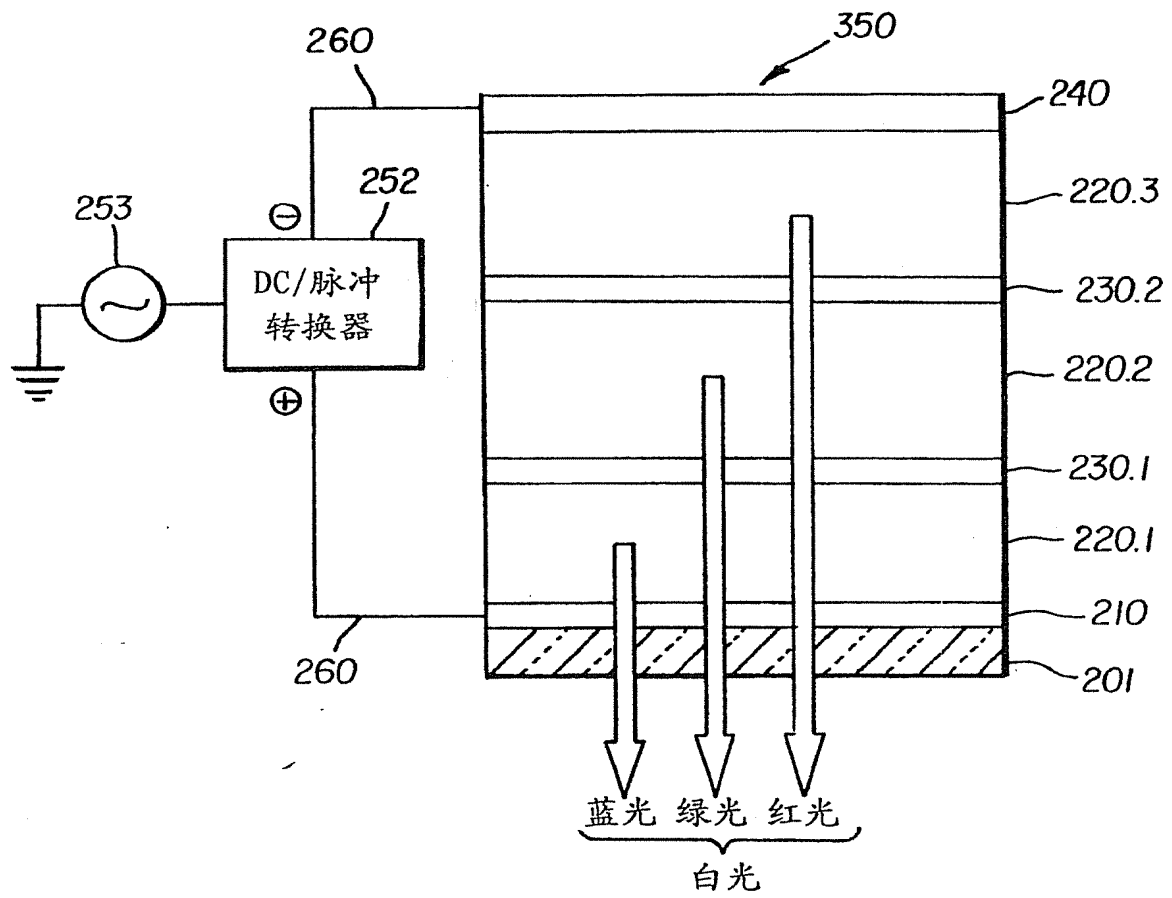


图 7

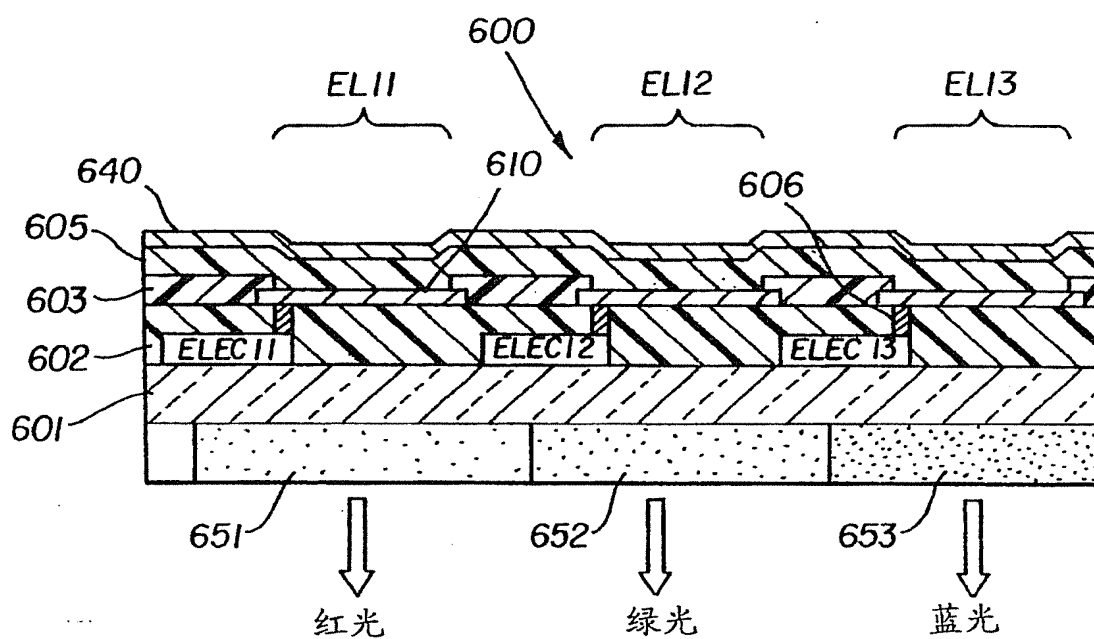


图 9

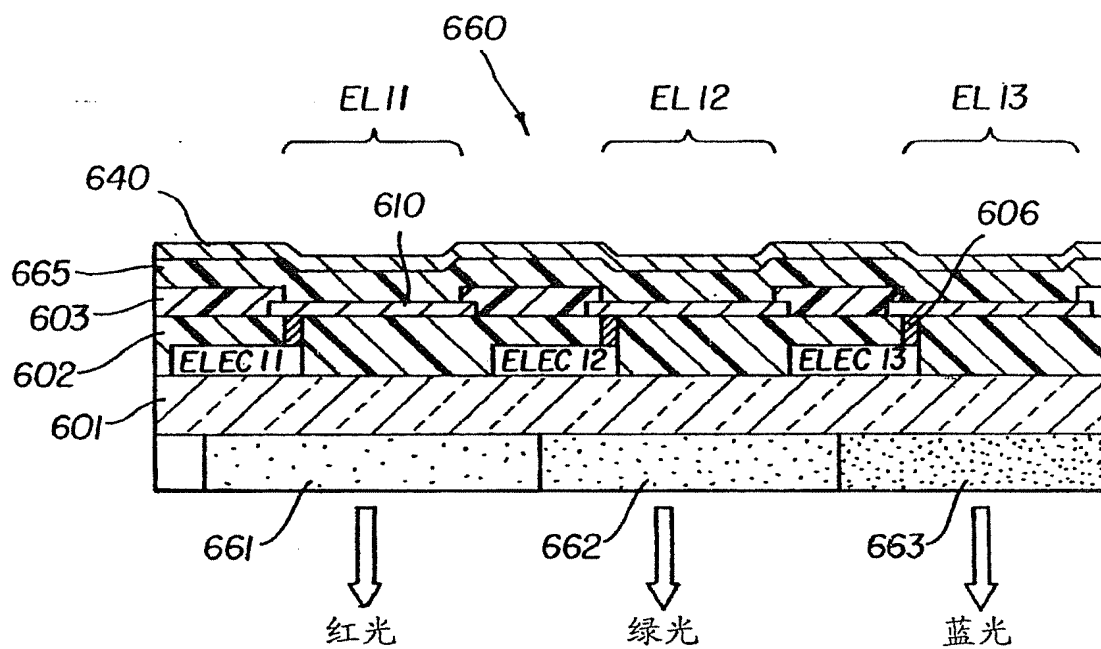


图 10

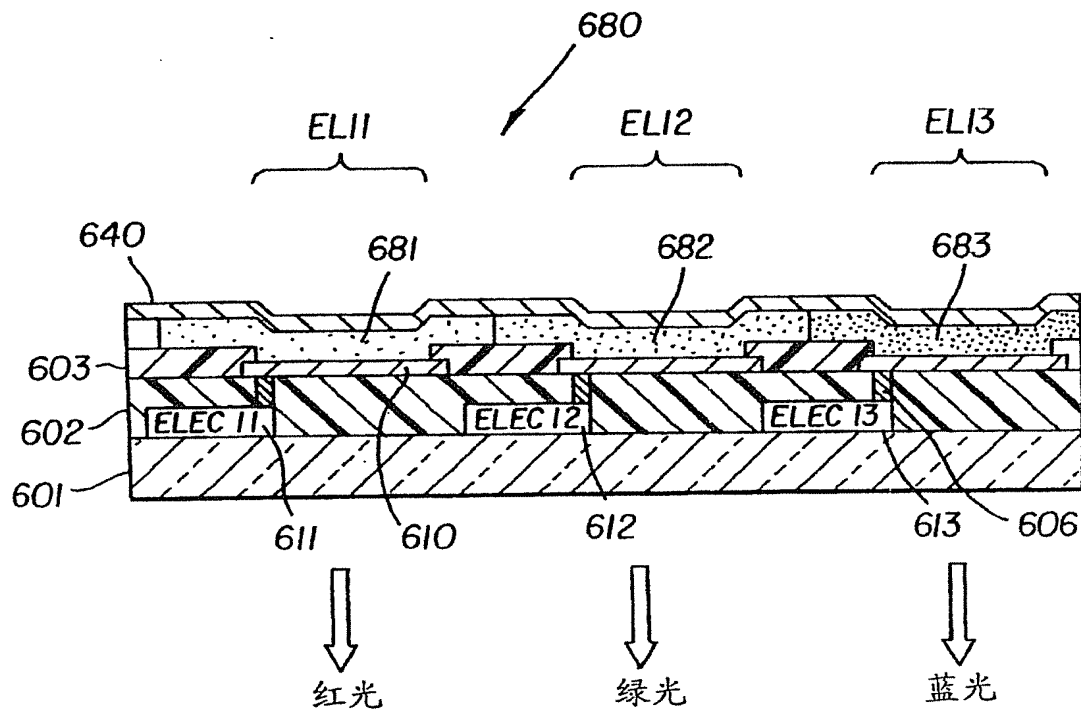


图 11